



This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

- + *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
- + *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
- + *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
- + *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at <http://books.google.com/>



Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

- + *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.
- + *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.
- + *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.
- + *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter <http://books.google.com> durchsuchen.



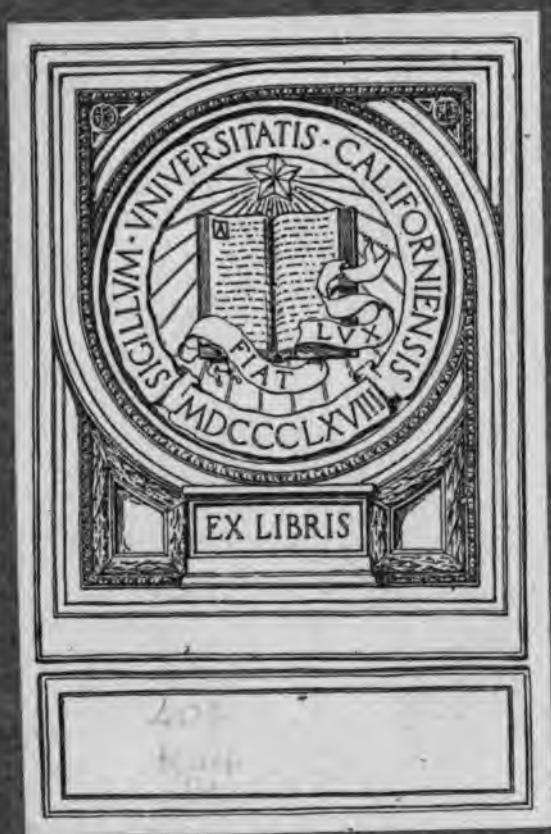
B 4 500 171

Dr.-Ing. A. KLEINLOGEL

RAHMENFORMELN

BERLIN

VERLAG VON WILHELM ERNST & SOHN





RAHMENFORMELN

Gebrauchsfertige Formeln

für einhüftige, zweistielige, dreieckförmige und geschlossene Rahmen aus Eisen- oder Eisenbetonkonstruktion nebst Anhang mit Sonderfällen teilweise und ganz eingespannter Träger

von

Dr.-Ing. A. KLEINLOGEL

Privatdozent an der Techn. Hochschule Darmstadt

169 Rahmenfälle mit 338 Abbildungen



BERLIN 1914

Verlag von Wilhelm Ernst u. Sohn.

*Für jede in diesem Buche entdeckte falsche Formel oder Zahl erhält der erste Finder 10 Mk.
(Näheres im Vorwort.)*

16.560
K7

Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung
in fremde Sprachen, vorbehalten.

Nachdruck, auch auszugsweise, verboten.

Copyright 1914
by Wilhelm Ernst & Sohn, Verlag, Berlin.

g...

70. VIII
A. 10.11.13

Vorwort.

Dem Verlangen nach eingehenden theoretischen Darlegungen über Rahmenkonstruktionen und deren Berechnung ist in den letzten beiden Jahren durch mehrere ausgezeichnete Werke entsprochen worden. Für den in der Praxis stehenden Ingenieur liegt aber noch ein weiteres Bedürfnis nach gebrauchsfertigen Formeln vor, welche es ermöglichen, die oft nur knappe Zeit für eine Entwurfsarbeit nicht durch umständliche rechnerische Ermittlungen kürzen zu müssen.

Schon vor längerer Zeit hatte ich damit begonnen, die mir vorkommenden Rahmenfälle für meine eigenen Zwecke nach verschiedenen Methoden durchzurechnen, die erhaltenen Formeln zusammenzustellen und zu sammeln. Die auf diese Weise bei späteren Wiederholungen erzielte Zeitersparnis und die rasche Gebrauchsbereitschaft der Formeln bewog mich, die Berechnungen auf immer weitere Rahmengebilde und Belastungsfälle, und zwar jeweils unter Berücksichtigung der verschiedenen Trägheitsmomente, auszudehnen. Anfänglich wurden die Ermittlungen auf die Berechnung der statisch unbestimmten Größen beschränkt; es hat sich dann aber bald als zweckmäßig erwiesen, auch die Werte für die tatsächlichen Auflagerkräfte und Biegemomente sowie die Werte der letzteren für die Rahmenecken und für sonstige wichtige Querschnitte hinzuzufügen. Dadurch ist die Möglichkeit gegeben, die konstruktiven und wirtschaftlichen Folgen verschiedener Rahmenanordnung — Gelenke, Einspannung, Lastenverteilung — übersichtlich gegeneinander abwägen zu können. In dieser Hinsicht soll die zeichnerische Beigabe des Momentenverlaufes den Überblick weiterhin erleichtern und vor groben Fehlern schützen. Hierzu darf bemerkt werden, daß die in den Abbildungen wiedergegebenen Momentenlinien in ihren Ordinaten zahlenmäßig durchgerechneten Beispielen entsprechen, so daß das Ordinatenverhältnis ohne weiteres als Anhaltspunkt für die Wirklichkeit benutzt werden kann.

Es ist mit Rücksicht auf den Umfang vorläufig davon Abstand genommen worden, die Wiedergabe der Formeln über die einfacheren Rahmen-

gebilde hinaus auszudehnen — es mußte auch hier schon ohnedies große Beschränkung geübt werden. Dafür sind für die einzelnen Rahmenarten je eine größere Anzahl von Belastungsfällen entwickelt worden, welche für die tägliche Praxis voraussichtlich genügen dürften. Für erste überschlägige Rechnungen können auch zusammengesetzte Rahmengebilde durch Zerlegung in mehrere einfachere Stabzüge bei geeigneter Verwendung der nachstehenden Formeln, wenigstens in groben Umrissen, erfaßt werden; doch sollten sich damit nur solche Ingenieure befassen, welche von vornherein schon den nötigen Überblick besitzen.

Die Aufnahme des Buches wird zeigen, in welcher Richtung Verbesserungen, Kürzungen oder Erweiterungen am ehesten wünschenswert erscheinen. Die Formeln sind alle wiederholt geprüft worden; sollten sich außer den bereits im Berichtigungsverzeichnis enthaltenen Änderungen noch andere Unrichtigkeiten vorfinden, so ist Verfasser und Verlag für deren sofortige Bekanntgabe gleich dankbar.*) Bei der Berechnung der Formeln war anfänglich Herr Hans Schäfer und sodann hauptsächlich Herr Dipl.-Ing. Alfred Ritter in dankenswerter Weise mit beteiligt.

Ich möchte ferner nicht versäumen, dem Verlag meinen besonderen Dank für die gute Ausstattung des Buches auszusprechen.

*) Anmerkung des Verlags: Jeder erste Finder eines Druckfehlers in den Formeln erhält eine Belohnung von 10 Mark.

Darmstadt, Ende Mai 1914.

Dr.-Ing. A. Kleinlogel.

Inhaltsverzeichnis.

I. Einhüftige Rahmen

mit senkrechtem Ständer und mit wagerechtem Querriegel.

a) Zweigelenkrahmen.

Seite

Senkrechte, gleichmäßig verteilte, teilweise Streckenbelastung des Querriegels	3
Senkrechte, gleichmäßig verteilte Belastung des Querriegels auf dessen ganze Länge . .	5
Senkrechte, einseitig ansteigende teilweise Dreieckbelastung des Querriegels mit Minimum in der Rahmenecke	7
Senkrechte, einseitig ansteigende, teilweise Dreieckbelastung des Querriegels mit Maximum im oberen Gelenkpunkt	9
Senkrechte, einseitig ansteigende Dreieckbelastung des Querriegels auf dessen ganze Länge mit Maximum im oberen Gelenkpunkt	11
Senkrechte, einseitig ansteigende, teilweise Dreieckbelastung des Querriegels mit Minimum im oberen Gelenkpunkt	13
Senkrechte, einseitig ansteigende, teilweise Dreieckbelastung des Querriegels mit Maximum in der Rahmenecke	15
Senkrechte, einseitig ansteigende, teilweise Dreieckbelastung des Querriegels auf dessen ganze Länge mit Maximum in der Rahmenecke	17
Senkrechte Einzellast an beliebiger Stelle des Querriegels	19
Wagerechte, gleichmäßig verteilte, teilweise Streckenbelastung des Ständers in beliebiger Lage	21
Wagerechte, gleichmäßig verteilte Belastung des Ständers auf dessen ganze Höhe . . .	23
Wagerechte, teilweise Dreieckbelastung des Ständers mit Minimum in der Rahmenecke .	25
Wagerechte, teilweise Dreieckbelastung des Ständers mit Maximum im unteren Gelenkpunkt	27
Wagerechte Dreieckbelastung auf die ganze Höhe des Ständers mit Maximum im unteren Gelenkpunkt	29
Wagerechte, teilweise Dreieckbelastung des Ständers mit Maximum in der Rahmenecke .	31
Wagerechte, teilweise Dreieckbelastung des Ständers mit Minimum im unteren Gelenkpunkt	33
Wagerechte Dreieckbelastung auf die ganze Höhe des Ständers mit Maximum in der Rahmenecke	35
Wagerechte Einzellast an beliebiger Stelle des Ständers	37

b) Einhüftige Rahmen mit Fußgelenk und Einspannung des Querriegels.

Senkrechte, gleichmäßig verteilte Belastung des Querriegels auf dessen ganze Länge . .	41
Senkrechte Einzellast an beliebiger Stelle des Querriegels	43
Wagerechte, gleichmäßig verteilte Belastung des Ständers auf dessen ganze Höhe . . .	45
Wagerechte Dreieckbelastung auf die ganze Höhe des Ständers mit Maximum im Fuß- gelenkpunkt	47

II. Zweistielige Rahmen mit senkrechten Ständern und mit wagerechtem Querriegel.

a) Zweistielige Zweigelenkrahmen.

Senkrechte, gleichmäßig verteilte, teilweise Streckenbelastung des Querriegels an dessen einem Ende	51
Senkrechte, gleichmäßig verteilte, teilweise Streckenbelastung des Querriegels in beliebiger Lage	53
Senkrechte, gleichmäßig verteilte, teilweise Streckenbelastung des Querriegels, symmetrisch zur Mitte	55
Senkrechte, gleichmäßig verteilte Belastung des Querriegels auf dessen ganze Länge	57
Senkrechte, einseitig ansteigende, teilweise Dreieckbelastung des Querriegels mit Maximum in einer Rahmenecke	59
Senkrechte, einseitig ansteigende Dreieckbelastung des Querriegels auf dessen ganze Länge	61
Senkrechte, unsymmetrische Dreieckbelastung des Querriegels auf dessen ganze Länge	63
Senkrechte, symmetrische Dreieckbelastung des Querriegels auf dessen ganze Länge	65
Senkrechte Einzellast an beliebiger Stelle des Querriegels	67
Senkrechte Einzellast in der Mitte des Querriegels	69
Zwei senkrechte Einzellasten an beliebigen Stellen des Querriegels	71
Wagerechte, gleichmäßig verteilte, teilweise Streckenbelastung am unteren Ende eines Ständers	73
Wagerechte, gleichmäßig verteilte, teilweise Streckenbelastung eines Ständers in beliebiger Lage	75
Wagerechte, gleichmäßig verteilte Belastung eines Ständers auf dessen ganze Höhe	77
Wagerechte, gleichmäßig verteilte Belastung beider Ständer auf deren ganze Höhe	79
Wagerechte, teilweise Dreieckbelastung eines Ständers an beliebiger Stelle	81
Wagerechte, teilweise Dreieckbelastung am unteren Ende eines Ständers	83
Wagerechte, teilweise Dreieckbelastung beider Ständer mit Maxima in den Fußgelenken	85
Wagerechte Dreieckbelastung auf die ganze Höhe des Ständers	87
Wagerechte Dreieckbelastung auf die ganze Höhe beider Ständer mit Maxima in den Fußgelenken	89
Wagerechte Einzellast an beliebiger Stelle eines Ständers	91
Wagerechte Einzellast in einer Rahmenecke	93

b) Zweigelenkrahmen mit Auskragungen und Konsolen.

Wagerechte Auskragung des Querriegels mit senkrechter Einzellast am Ende der Auskragung	97
Senkrechte Verlängerung eines Ständers mit wagerechter Einzellast am Ende der Verlängerung	99
Konsolauskragung eines Ständers mit senkrechter Einzellast am Ende der Konsole	101
Konsolauskragungen beider Ständer in gleicher Höhe mit senkrechten Einzellasten an den Enden beider Auskragungen	103

c) Eingespannte Rahmen.

Senkrechte, gleichmäßig verteilte, teilweise Streckenbelastung bis zur Mitte des Querriegels	107
Senkrechte, gleichmäßig verteilte, teilweise Streckenbelastung des Querriegels in beliebiger Lage	109
Senkrechte, gleichmäßig verteilte Belastung des Querriegels auf die ganze Länge	111
Senkrechte, einseitig ansteigende Dreieckbelastung des Querriegels auf dessen ganze Länge	113
Senkrechte Einzellast an beliebiger Stelle des Querriegels	115
Senkrechte Einzellast in der Mitte des Querriegels	117
Zwei senkrechte Einzellasten symmetrisch zur Mitte des Querriegels	119

Wagerechte, gleichmäßig verteilte, teilweise Streckenbelastung am unteren Ende eines Ständers	121
Wagerechte, gleichmäßig verteilte Belastung eines Ständers auf dessen ganze Höhe . .	123
Wagerechte, teilweise Dreieckbelastung am unteren Ende eines Ständers mit Maximum an der Einspannungsstelle	125
Wagerechte Dreieckbelastung auf die ganze Höhe eines Ständers mit Maximum an der Einspannungsstelle	127
Wagerechte Einzellast an beliebiger Stelle eines Ständers	129
Wagerechte Einzellast in einer Rahmenecke	131

III. Zweistielige Zweigelenkrahmen

mit senkrechten Ständern und einseitig geneigtem Querriegel.

Senkrechte, gleichmäßig verteilte Belastung des Querriegels auf dessen ganze Länge .	135
Wagerechte, gleichmäßig verteilte Belastung des Querriegels auf dessen ganze Länge .	137
Senkrechte Einzellast an beliebiger Stelle des Querriegels	139
Wagerechte Einzellast an beliebiger Stelle des Querriegels	141
Wagerechte, gleichmäßig verteilte Belastung des kürzeren Ständers	143
Wagerechte, gleichmäßig verteilte Belastung des längeren Ständers	145
Wagerechte Einzellast an beliebiger Stelle des kürzeren Ständers	147
Wagerechte Einzellast an der stumpfwinkligen Rahmenecke	149
Wagerechte Einzellast an der spitzwinkligen Rahmenecke	151

IV. Zweistielige Zweigelenkrahmen

mit einem senkrechten und einem geneigten Ständer, sowie mit wagerechtem Querriegel.

Senkrechte, gleichmäßig verteilte Belastung des Querriegels	155
Senkrechte, gleichmäßig verteilte Belastung des Querriegels und des geneigten Ständers	15
Senkrechte Einzellast an beliebiger Stelle des Querriegels	159
Senkrechte Einzellast an der stumpfen Rahmenecke	161
Senkrechte, gleichmäßig verteilte Belastung des geneigten Ständers	163
Wagerechte, gleichmäßig verteilte Belastung des geneigten Ständers	165
Senkrechte Einzellast an beliebiger Stelle des geneigten Ständers	167
Wagerechte Einzellast an beliebiger Stelle des geneigten Ständers	169
Wagerechte Einzellast an der stumpfen Rahmenecke	171
Wagerechte, gleichmäßig verteilte Belastung des senkrechten Ständers	173
Wagerechte Einzellast an beliebiger Stelle des senkrechten Ständers	175
Wagerechte Einzellast an der rechtwinkligen Rahmenecke	177

V. Zweistielige Zweigelenkrahmen

mit zwei geneigten Ständern und wagerechtem Querriegel.

Senkrechte, gleichmäßig verteilte Belastung des Querriegels (unsymmetrisch geneigte Ständer)	181
Senkrechte, gleichmäßig verteilte Belastung des Querriegels (symmetrisch geneigte Ständer)	183
Senkrechte, gleichmäßig verteilte Belastung des ganzen Rahmens (unsymmetrisch geneigte Ständer)	185
Senkrechte, gleichmäßig verteilte Belastung des ganzen Rahmens (symmetrisch geneigte Ständer)	187
Senkrechte Einzellast an beliebiger Stelle des Querriegels (unsymmetrisch geneigte Ständer)	189
Senkrechte Einzellast an beliebiger Stelle des Querriegels (symmetrisch geneigte Ständer)	191
Senkrechte Einzellast an der stumpferen Rahmenecke (unsymmetrisch geneigte Ständer)	193

VIII

	Seite
Senkrechte Einzellast in einer Rahmenecke (symmetrisch geneigte Ständer)	195
Senkrechte Einzellast in der weniger stumpfen Rahmenecke (unsymmetrisch geneigte Ständer)	197
Senkrechte, gleichmäßig verteilte Belastung des flacher geneigten Ständers (unsymmetrisch geneigte Ständer)	199
Senkrechte, gleichmäßig verteilte Belastung eines Ständers (symmetrisch geneigte Ständer)	201
Senkrechte, gleichmäßig verteilte Belastung des steiler geneigten Ständers (unsymmetrisch geneigte Ständer)	203
Senkrechte Einzellast an beliebiger Stelle des flacher geneigten Ständers (unsymmetrisch geneigte Ständer)	205
Senkrechte Einzellast an beliebiger Stelle eines Ständers (symmetrisch geneigte Ständer)	207
Wagerechte, gleichmäßig verteilte Belastung des flacher geneigten Ständers (unsymmetrisch geneigte Ständer)	209
Wagerechte, gleichmäßig verteilte Belastung eines Ständers (symmetrisch geneigte Ständer)	211
Wagerechte Einzellast an beliebiger Stelle des flacher geneigten Ständers (unsymmetrisch geneigte Ständer)	213
Wagerechte Einzellast an beliebiger Stelle eines Ständers (symmetrisch geneigte Ständer)	215
Wagerechte Einzellast an der stumpferen Rahmenecke (unsymmetrisch geneigte Ständer)	217
Wagerechte Einzellast an einer Rahmenecke (symmetrisch geneigte Ständer)	219

VI. Zweistielige Zweigelenkrahmen

mit senkrechten Ständern und satteldachförmigem Querriegel.

Senkrechte, gleichmäßig verteilte Belastung des halben Querriegels	223
Senkrechte, gleichmäßig verteilte Belastung des ganzen Querriegels	225
Senkrechte Einzellast an beliebiger Stelle des Querriegels	227
Wagerechte, gleichmäßig verteilte, einseitige Belastung des Querriegels	229
Wagerechte Einzellast an beliebiger Stelle des Querriegels	231
Wagerechte, gleichmäßig verteilte Belastung eines Ständers auf dessen ganze Höhe	233
Wagerechte Einzellast an beliebiger Stelle eines Ständers	235
Wagerechte Einzellast an einer Rahmenecke	237
Innenkonsole an einem Ständer mit Einzellast	239
Innenkonsolen an beiden Ständern mit Einzellasten	241
Angriffsmoment in einer Rahmenecke	243

VII. Zweistielige Zweigelenkrahmen

mit senkrechten Ständern und parabolischem Querriegel.

Senkrechte, gleichmäßig verteilte Streckenbelastung des Querriegels in beliebiger Lage	247
Senkrechte, gleichmäßig verteilte Belastung des Querriegels an dessen einem Ende	249
Senkrechte, gleichmäßig verteilte Belastung des ganzen Querriegels	251
Wagerechte, gleichmäßig verteilte Belastung des halben Querriegels	253
Senkrechte Einzellast an beliebiger Stelle des Querriegels	255
Wagerechte Einzellast an beliebiger Stelle des Querriegels	257
Wagerechte, gleichmäßig verteilte Belastung eines Ständers	259
Wagerechte Einzellast an beliebiger Stelle eines Ständers	261
Wagerechte Einzellast an einer Rahmenecke	263
Innenkonsole an einem Ständer mit Einzellast	265
Innenkonsolen an beiden Ständern mit Einzellasten	267

VIII. Dreieckrahmen mit Fußgelenken.

Senkrechte, gleichmäßig verteilte Belastung des längeren Schenkels (ungleichschenkliger Dreieckrahmen)	271
Senkrechte, gleichmäßig verteilte Belastung des einen Schenkels (gleichschenkliger Dreieckrahmen)	273

IX

	Seite
Senkrechte, gleichmäßig verteilte Belastung des kürzeren Schenkels (ungleichschenkliger Dreieckrahmen)	275
Senkrechte, gleichmäßig verteilte Belastung beider Schenkel (ungleichschenkliger Dreieckrahmen)	277
Senkrechte, gleichmäßig verteilte Belastung beider Schenkel (gleichschenkliger Dreieckrahmen)	279
Senkrechte Einzellast an beliebiger Stelle des längeren Schenkels (ungleichschenkliger Dreieckrahmen)	281
Senkrechte Einzellast an beliebiger Stelle des einen Schenkels (gleichschenkliger Dreieckrahmen)	283
Senkrechte Einzellast an beliebiger Stelle des kürzeren Schenkels (ungleichschenkliger Dreieckrahmen)	285
Wagerechte, gleichmäßig verteilte Belastung des längeren Schenkels (ungleichschenkliger Dreieckrahmen)	287
Wagerechte, gleichmäßig verteilte Belastung des einen Schenkels (gleichschenkliger Dreieckrahmen)	289
Wagerechte, gleichmäßig verteilte Belastung des kürzeren Schenkels (ungleichschenkliger Dreieckrahmen)	291
Wagerechte Einzellast an beliebiger Stelle eines Schenkels (ungleichschenkliger Dreieckrahmen)	293
Wagerechte Einzellast an beliebiger Stelle eines Schenkels (gleichschenkliger Dreieckrahmen)	295
Wagerechte Einzellast an der Rahmenspitze (ungleichschenkliger Dreieckrahmen)	297
Wagerechte Einzellast an der Rahmenspitze (gleichschenkliger Dreieckrahmen)	299
Wagerechte Einzellast an beliebiger Stelle des kürzeren Schenkels (ungleichschenkliger Dreieckrahmen)	301

IX. Shedrahmen mit Fußgelenken.

Senkrechte, gleichmäßig verteilte Belastung des längeren Schenkels	305
Senkrechte, gleichmäßig verteilte Belastung des kürzeren Schenkels	307
Senkrechte, gleichmäßig verteilte Belastung beider Schenkel	309
Senkrechte Einzellast an beliebiger Stelle des längeren Schenkels	311
Senkrechte Einzellast an beliebiger Stelle des kürzeren Schenkels	313
Wagerechte, gleichmäßig verteilte Belastung des längeren Schenkels	315
Wagerechte, gleichmäßig verteilte Belastung des kürzeren Schenkels	317
Wagerechte Einzellast an beliebiger Stelle des längeren Schenkels	319
Wagerechte Einzellast an beliebiger Stelle des kürzeren Schenkels	321

X. Geschlossene Rechteckrahmen

mit gleichmäßig verteilter Innenbelastung (für Behälter, Silos u. dergl.).

Einfacher Rechteckrahmen ohne Zugband	325
Rechteckrahmen mit gelenkig angeordnetem Zugband in der Mitte einer Seite	327
Rechteckrahmen mit zwei gelenkig angeordneten Zugbändern in den Drittelpunkten einer Seite	329
Rechteckrahmen mit zwei kreuzweise, gelenkig angeordneten Zugbändern, je in der Mitte der Rahmenseiten	331

XI. Anhang.

Einige Fälle teilweise und vollständig eingespannter Träger mit Sonderbelastungen.

a) Einerseits frei aufliegende, anderseits eingespannte Träger.

Gleichmäßig verteilte Streckenlast von beliebiger Länge	335
Gleichmäßig verteilte Streckenlast am freien Auflager	335

X

	Seite
Gleichmäßig verteilte Streckenlast am eingespannten Ende	337
Gleichmäßig verteilte Belastung auf die ganze Länge	337
Teilweise Dreiecklast mit Minimum am freien Auflager	339
Teilweise Dreiecklast mit Maximum an der Einspannstelle	339
Dreieckbelastung des ganzen Trägers mit Maximum an der Einspannstelle	341
Teilweise Dreiecklast mit Maximum am freien Auflager	341
Teilweise Dreiecklast mit Maximum an der Einspannstelle	343
Dreieckbelastung des ganzen Trägers mit Maximum am freien Auflager	343
Einzellast an beliebiger Stelle des Trägers	345
Auskragung mit Einzellast	345

b) Beiderseits eingespannte Träger.

Teilweise Dreieckbelastung mit Maximum an einer Einspannstelle	349
Einseitig ansteigende Dreieckbelastung über den ganzen Träger	349
Trapezförmige Belastung des ganzen Trägers	351
Symmetrische Dreieckbelastung des ganzen Trägers	351

Zeichenerklärung.

Im allgemeinen ist die Bedeutung der verschiedenen Buchstaben ohne weiteres aus den Abbildungen zu entnehmen. Der Horizontalschub ist stets mit H , die Auflagerkräfte mit V , die Biegemomente mit M bezeichnet, wobei der beigesetzte Index (H_A , V_C , M_B) angibt, für welche Stelle oder für welchen Querschnitt der betr. Wert gilt.

Die Biegemomente sind dann mit $+$ bezeichnet, wenn sie im Rahmen innen Zug erzeugen, mit $-$, wenn das Gegenteil der Fall ist. Das Trägheitsmoment der Stiele ist stets mit J_1 , bzw. J_3 , dasjenige des Querriegels mit J_2 bezeichnet worden. Bei gleichen J ist dieser Buchstabe ohne Index verwendet worden.

Bei den Momentenlinien sind die Ordinaten meistens senkrecht zur Stabachse aufgetragen worden — eine einzige Ausnahme bilden die Rahmen mit parabolisch gekrümmtem Querriegel, für welche Fälle die Ordinaten parallel mit den senkrechten Stielen aufgetragen wurden.

Berichtigungen.

Seite 21: Im ersten Nenner der beiden Ausdrücke für H_A und H_C ist der Buchstabe l — statt h — stehen geblieben.

Die beiden Formeln müssen lauten:

$$H_A = \frac{q c}{h} \left(b + \frac{c}{2} \right) - V \cdot \frac{l}{h}$$

$$H_C = \frac{q c}{h} \left(a + \frac{c}{2} \right) + V \cdot \frac{l}{h}$$

Seite 223: In der Abbildung links muß im Fußpunkt E die Bezeichnung der Vertikalkraft V_E lauten statt V_A .

I. Einhüftige Rahmen

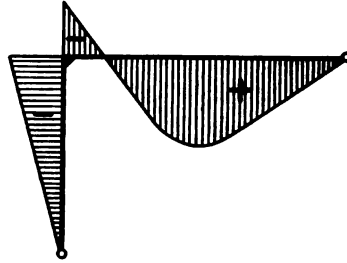
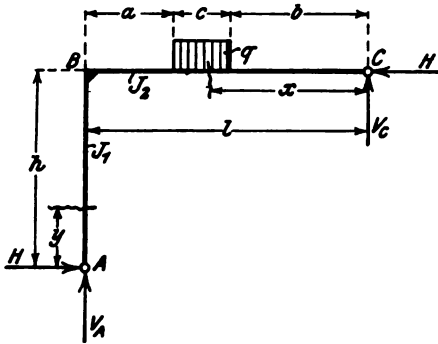
mit senkrechtem Ständer und mit wagerechtem Querriegel.

a. Zweigelenkrahmen.

18 Fälle.

Einhüftiger Zweigelenkrahmen mit senkrechtem Ständer und mit wagerechtem Querriegel.

Senkrechte, gleichmäßig verteilte teilweise Streckenbelastung des Querriegels.



$$V_A = \frac{qc}{l} \left(b + \frac{c}{2} \right) + H \cdot \frac{h}{l}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{h}{l}$$

$$V_C = \frac{qc}{l} \left(a + \frac{c}{2} \right) - H \cdot \frac{h}{l}$$

$$H = \frac{qc(2b+c)(2l^2 - 2b^2 - 2bc - c^2)}{8hl^2(k+1)}$$

Moment an einer beliebigen Stelle des Ständers im Abstand y von A:

$$M_y = -Hy$$

$$M_B = -Hh.$$

Moment an einer beliebigen Stelle des Querriegels im Abstand x von C:

$$\text{für die Strecke } a: \quad M_x = V_C x - qc \left(x - b - \frac{c}{2} \right)$$

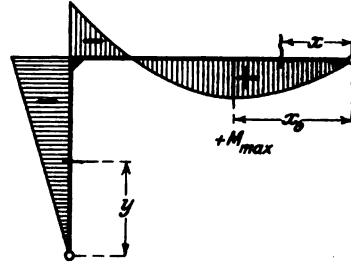
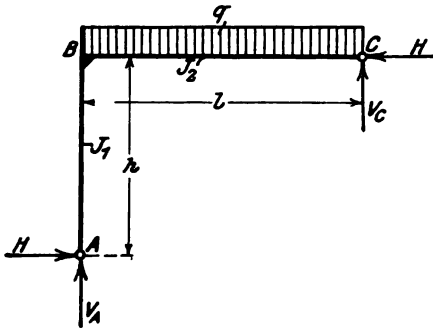
$$\text{„ „ „ } c: \quad M_x = V_C x - \frac{q}{2} (x - b)^2$$

$$\text{„ „ „ } b: \quad M_x = V_C x.$$

THE
WISDOM
OF THE
ANCIENTS

Einhüftiger Zweigelenkrahmen mit senkrechtem Ständer und mit wagerechtem Querriegel.

Senkrechte, gleichmäßig verteilte Belastung des Querriegels auf dessen ganze Länge.



$$V_A = \frac{ql}{8} \cdot \frac{4k+5}{k+1}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{h}{l}$$

$$V_C = \frac{ql}{8} \cdot \frac{4k+3}{k+1}$$

$$H = \frac{ql^2}{8h(k+1)}$$

Moment an einer beliebigen Stelle des Ständers im Abstand y von A:

$$M_y = -Hy$$

$$M_B = -Hh.$$

Moment an einer beliebigen Stelle des Querriegels im Abstand x von C:

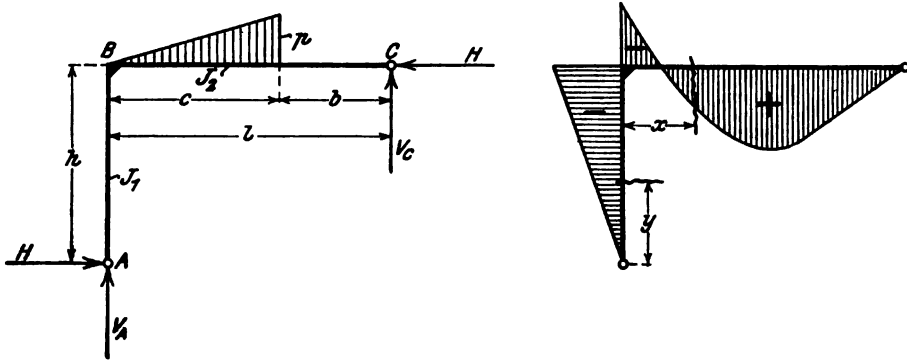
$$M_x = \frac{qx}{8} \cdot \frac{4k(l-x) + (3l-4x)}{k+1}$$

Maximalmoment in $x_0 = \frac{4k+3}{k+1} \cdot \frac{l}{8}$:

$$+M_{\max} = + \frac{ql^2}{128} \left(\frac{4k+3}{k+1} \right)^2$$

Einhüftiger Zweigelenkrahmen mit senkrechtem Ständer und mit wagerechtem Querriegel.

Senkrechte, einseitig ansteigende, teilweise Dreieckbelastung des Querriegels mit Minimum in der Rahmenecke.



$$V_A = \frac{p c}{6 l} (3 b + c) + H \cdot \frac{h}{l}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{h}{l}$$

$$V_C = \frac{p c^2}{3 l} - H \cdot \frac{h}{l}$$

$$H = \frac{p c^2 [5 l (8 l - 9 c) + 12 c^2]}{120 h l^2 (k + 1)}.$$

Moment an einer beliebigen Stelle des Ständers im Abstand y von A:

$$M_y = -H y$$

$$M_B = -H h.$$

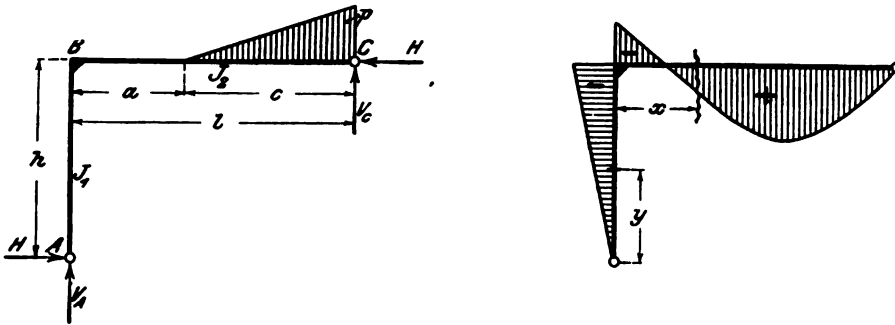
Moment an einer beliebigen Stelle des Querriegels im Abstand x von B:

$$\text{für die Strecke } c: M_x = V_A x - H h - \frac{p x^3}{6 c}$$

$$\text{„ „ „ } b: M_x = V_C (l - x).$$

Einhüftiger Zweigelenkrahmen mit senkrechtem Ständer und mit wagerechtem Querriegel.

Senkrechte, einseitig ansteigende, teilweise Dreieckbelastung des Querriegels
mit Maximum im oberen Gelenkpunkt.



$$V_A = \frac{p c^2}{6 l} + H \cdot \frac{h}{l}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{h}{l}$$

$$V_C = \frac{p c}{6 l} (3 a + 2 c) - H \cdot \frac{h}{l}$$

$$H = \frac{p c^2 (10 l^2 - 3 c^2)}{120 h l^2 (k + 1)}.$$

Moment an einer beliebigen Stelle des Ständers im Abstand y von A:

$$M_y = - H y$$

$$M_B = - H h.$$

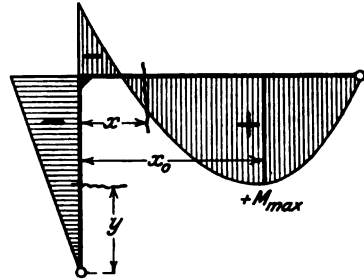
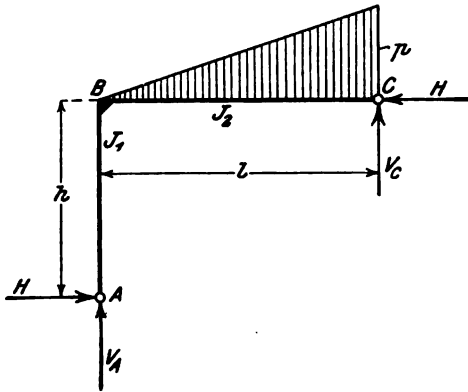
Moment an einer beliebigen Stelle des Querriegels im Abstand x von B:

für die Strecke a : $M_x = V_A x - H h$

„ „ „ c : $M_x = V_A x - H h - \frac{p (x - a)^3}{6 c}.$

Einhüftiger Zweigelenkrahmen mit senkrechtem Ständer und mit wagerechtem Querriegel.

Senkrechte, einseitig ansteigende Dreieckbelastung des Querriegels auf dessen ganze Länge mit Maximum im oberen Gelenkpunkt.



$$V_A = \frac{pl}{6} + H \cdot \frac{h}{l}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{h}{l}$$

$$V_C = \frac{pl}{3} - H \cdot \frac{h}{l}$$

$$H = \frac{7pl^2}{120h(k+1)}.$$

Moment an einer beliebigen Stelle des Ständers im Abstand y von A :

$$M_y = -Hy$$

$$M_B = -Hh.$$

Moment an einer beliebigen Stelle des Querriegels im Abstand x von B :

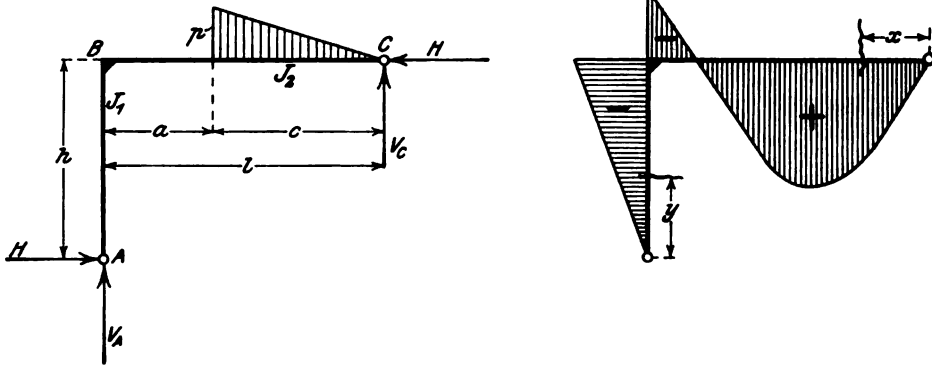
$$M_x = \frac{px}{6l} (l^2 - x^2) - \frac{Hh}{l} (l - x).$$

Maximalmoment in $x_0 = l \sqrt{\frac{20k+27}{60(k+1)}}$:

$$+ M_{\max} = + \frac{pl^2}{6} \left[\frac{20k+27}{30(k+1)} \sqrt{\frac{20k+27}{60(k+1)}} - \frac{7}{20(k+1)} \right].$$

Einhüftiger Zweigelenkrahmen mit senkrechtem Ständer und mit wagerechtem Querriegel.

Senkrechte, einseitig ansteigende, teilweise Dreieckbelastung des Querriegels
mit Minimum im oberen Gelenkpunkt.



$$V_A = \frac{p c^2}{3 l} + H \cdot \frac{h}{l}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{h}{l}$$

$$V_C = \frac{p c}{6 l} (3 a + c) - H \cdot \frac{h}{l}$$

$$H = \frac{p c^2 (5 l^2 - 3 c^2)}{30 h l^2 (k + 1)}.$$

Moment an einer beliebigen Stelle des Ständers im Abstand y von A :

$$M_y = - H y$$

$$M_B = - H h.$$

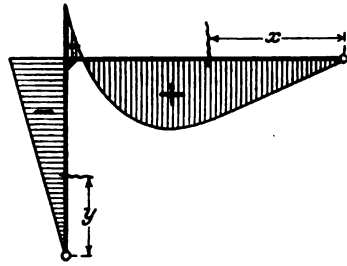
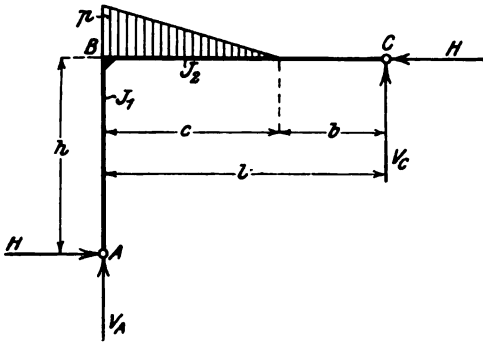
Moment an einer beliebigen Stelle des Querriegels im Abstand x von C :

für die Strecke a :
$$M_x = \frac{p c^2}{3 l} (l - x) - H \cdot \frac{h}{l} \cdot x$$

„ „ „ c :
$$M_x = V_C x - \frac{p x^3}{6 c}.$$

Einhüftiger Zweigelenkrahmen mit senkrechtem Ständer und mit wagerechtem Querriegel.

Senkrechte, einseitig ansteigende, teilweise Dreieckbelastung des Querriegels mit Maximum in der Rahmenecke.



$$V_A = -\frac{pc}{6l} (3b + 2c) + H \cdot \frac{h}{l}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{h}{l}$$

$$V_C = \frac{pc^2}{6l} - H \cdot \frac{h}{l}$$

$$H = \frac{pc^2 [5l(4l - 3c) + 3c^2]}{120hl^2(k + 1)}$$

Momente an einer beliebigen Stelle des Ständers im Abstand y von A:

$$M_y = -Hy$$

$$M_B = -Hh.$$

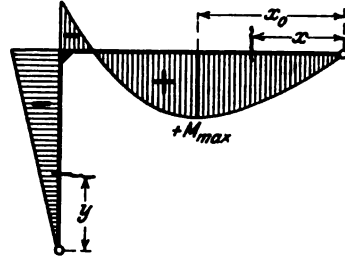
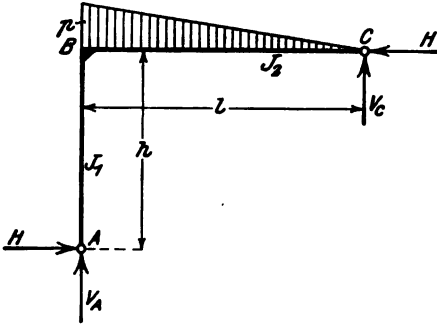
Moment an einer beliebigen Stelle des Querriegels im Abstand x von C:

$$\text{für die Strecke } c: M_x = V_C x - \frac{p(x-b)^3}{6c}$$

$$\text{,, ,, ,, } b: M_x = V_C x.$$

Einhüftiger Zweigelenkrahmen mit senkrechtem Ständer und mit wagerechtem Querriegel.

Senkrechte, einseitig ansteigende Dreieckbelastung des Querriegels auf dessen ganze Länge mit Maximum in der Rahmenecke.



$$V_A = \frac{pl}{3} + H \cdot \frac{h}{l}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{h}{l}$$

$$V_C = \frac{pl}{6} - H \cdot \frac{h}{l}$$

$$H = -\frac{pl^2}{15h(k+1)}$$

Moment an einer beliebigen Stelle des Ständers im Abstand y von A :

$$M_y = -Hy$$

$$M_B = -Hh.$$

Moment an einer beliebigen Stelle des Querriegels im Abstand x von C :

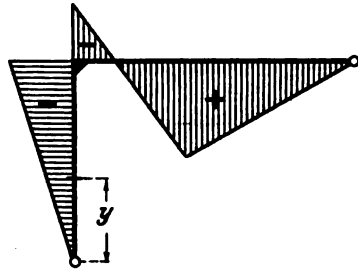
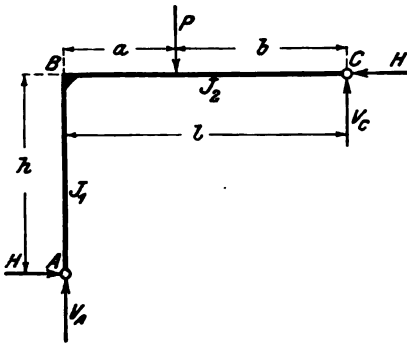
$$M_x = \frac{pl}{6} \left[\frac{5k+3}{5(k+1)} \cdot x - \frac{x^3}{l^2} \right].$$

Maximalmoment in $x_0 = l \sqrt{\frac{5k+3}{15(k+1)}}$

$$+ M_{\max} = + \frac{pl^2}{3} \cdot \frac{5k+3}{15(k+1)} \sqrt{\frac{5k+3}{15(k+1)}}$$

Einhüftiger Zweigelenkrahmen mit senkrechtem Ständer und mit wagerechtem Querriegel.

Senkrechte Einzellast an beliebiger Stelle des Querriegels.



$$V_A = \frac{Pb}{l} + \frac{Hh}{l}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{h}{l}$$

$$V_C = \frac{Pa}{l} - \frac{Hh}{l}$$

$$H = -\frac{Pab(l+b)}{2hl^2(k+1)}$$

Moment an einer beliebigen Stelle des Ständers im Abstand y von A:

$$M_y = -Hy$$

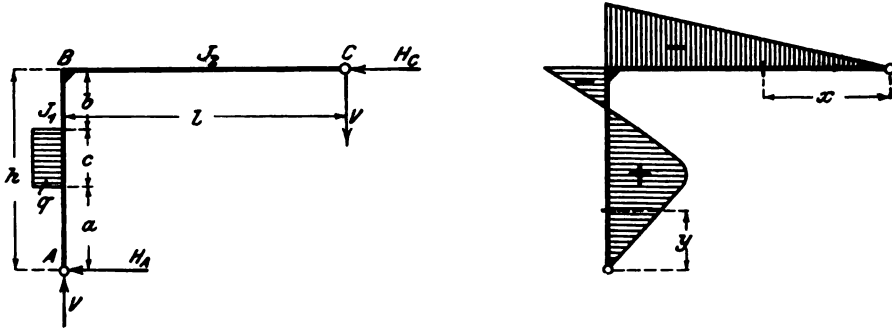
$$M_B = -Hh$$

Moment unter der Last:

$$M_P = \frac{Pab(2l^2k + 3la - a^2)}{2l^3(k+1)}$$

Einhüftiger Zweigelenkrahmen mit senkrechtem Ständer und mit wagerechtem Querriegel.

Wagerechte, gleichmäßig verteilte, teilweise Streckenbelastung des Ständers
in beliebiger Lage.



$$V = \frac{q c k (2 a + c) (2 h^2 - 2 a^2 - 2 a c - c^2)}{8 h^2 l (k + 1)} \quad k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{h}{l}$$

$$H_A = \frac{q c}{l} \left(b + \frac{c}{2} \right) - V \cdot \frac{l}{h}$$

$$H_C = \frac{q c}{l} \left(a + \frac{c}{2} \right) + V \cdot \frac{l}{h}$$

Moment an einer beliebigen Stelle des Ständers im Abstand y von A :

für die Strecke a : $M_y = H_A y$

„ „ „ c : $M_y = H_A y - \frac{q}{2} (y - a)^2$

„ „ „ b : $M_y = H_A y - q c \left(y - a - \frac{c}{2} \right)$

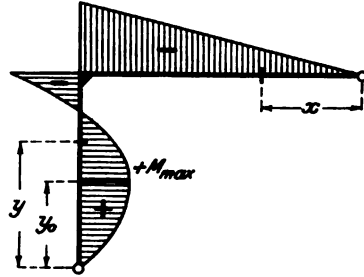
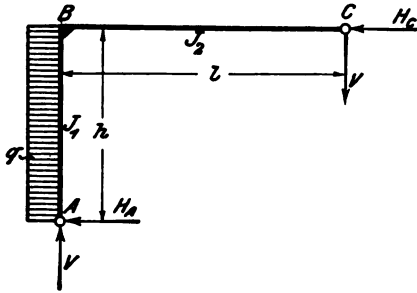
$$M_B = - V l.$$

Moment an einer beliebigen Stelle des Querriegels im Abstand x von C :

$$M_x = - V x.$$

Einhüftiger Zweigelenkrahmen mit senkrechtem Ständer und mit wagerechtem Querriegel.

Wagerechte, gleichmäßig verteilte Belastung des Ständers auf dessen ganze Höhe.



$$V = \frac{q h^2 k}{8 l (k + 1)}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{h}{l}$$

$$H_A = \frac{q h}{8} \cdot \frac{3 k + 4}{k + 1}$$

$$H_C = \frac{q h}{8} \cdot \frac{5 k + 4}{k + 1}$$

Moment an einer beliebigen Stelle des Ständers im Abstand y von A:

$$M_y = \frac{q y}{8} \cdot \frac{4(h - y) + k(3h - 4y)}{k + 1}$$

$$M_B = -Vl.$$

Maximalmoment in $y_0 = \frac{3k + 4}{k + 1} \cdot \frac{h}{8}$:

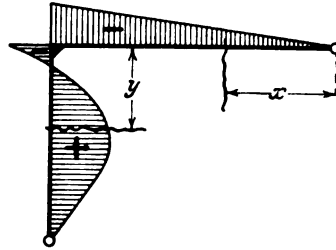
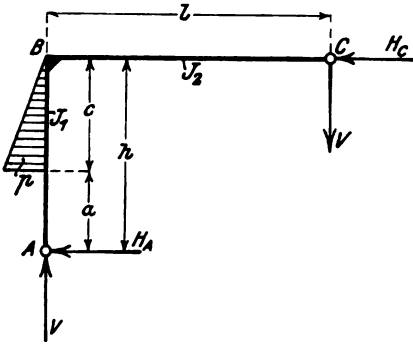
$$+ M_{\max} = + \frac{q h^2}{128} \left(\frac{3k + 4}{k + 1} \right)^2.$$

Moment an einer beliebigen Stelle des Querriegels im Abstand x von C:

$$M_x = -Vx.$$

Einhüftiger Zweigelenkrahmen mit senkrechtem Ständer und mit wagerechtem Querriegel.

Wagerechte, teilweise Dreieckbelastung des Ständers mit Minimum in der Rahmenecke.



$$V = \frac{p c^2 k}{120 h^2 l} \cdot \frac{5 h (8 h - 9 c) + 12 c^2}{k + 1}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{h}{l}$$

$$H_A = \frac{p c^2}{3 h} - V \cdot \frac{l}{h}$$

$$H_C = \frac{p c}{6 h} (3 a + c) + V \cdot \frac{l}{h}$$

Moment an einer beliebigen Stelle des Ständers im Abstand y von B :

für die Strecke a : $M_y = + H_A (h - y)$

„ „ „ c : $M_y = + H_C y - V l - \frac{p y^3}{6 c}$

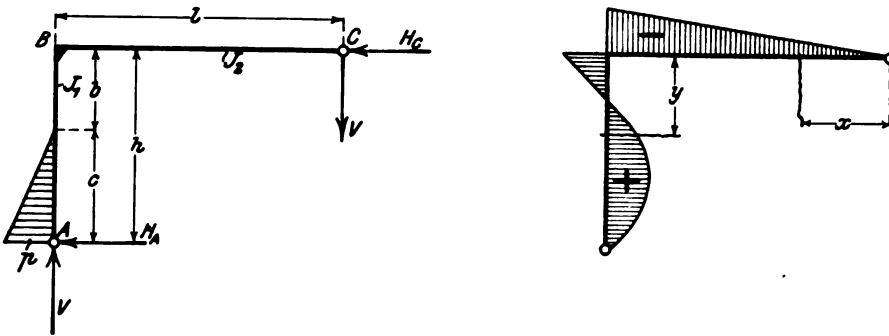
$$M_B = - V l.$$

Moment an einer beliebigen Stelle des Querriegels im Abstand x von C :

$$M_x = - V x.$$

Einhüftiger Zweigelenkrahmen mit senkrechtem Ständer und mit wagerechtem Querriegel.

Wagerechte, teilweise Dreieckbelastung des Ständers mit Maximum im unteren Gelenkpunkt.



$$V = \frac{p c^2 k}{120 h^2 l} \cdot \frac{10 h^2 - 3 c^2}{k + 1}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{h}{l}$$

$$H_A = \frac{p c}{6 h} (3 b + 2 c) - V \cdot \frac{l}{h}$$

$$H_C = \frac{p c^2}{6 h} + V \cdot \frac{l}{h}$$

Moment an einer beliebigen Stelle des Ständers im Abstand y von B :

$$\text{für die Strecke } c: M_y = H_C y - V l - \frac{p (y - b)^3}{6 c}$$

$$\text{„ „ „ } b: M_y = H_C y - V l$$

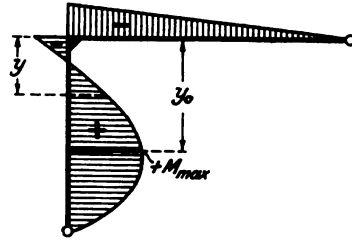
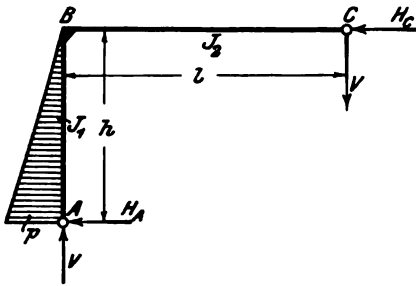
$$M_B = - V l.$$

Moment an einer beliebigen Stelle des Querriegels im Abstand x von C :

$$M_x = - V x.$$

Einhüftiger Zweigelenkrahmen mit senkrechtem Ständer und mit wagerechtem Querriegel.

**Wagerechte Dreieckbelastung auf die ganze Höhe des Ständers mit Maximum
im unteren Gelenkpunkt.**



$$V = \frac{7 p h^3 k}{120 l (k + 1)}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{h}{l}$$

$$H_A = \frac{p h}{3} - V \cdot \frac{l}{h}$$

$$H_C = \frac{p h}{6} + V \cdot \frac{l}{h}$$

Moment an einer beliebigen Stelle des Ständers im Abstand y von B :

$$M_y = \frac{p y}{6 h} (h^2 - y^2) - \frac{V l}{h} (h - y).$$

Maximalmoment in $y_0 = h \sqrt{\frac{27 k + 20}{60 (k + 1)}}$:

$$+ M_{\max} = + \frac{p h^2}{6} \left[\frac{27 k + 20}{30 (k + 1)} \sqrt{\frac{27 k + 20}{60 (k + 1)}} - \frac{7 k}{20 (k + 1)} \right]$$

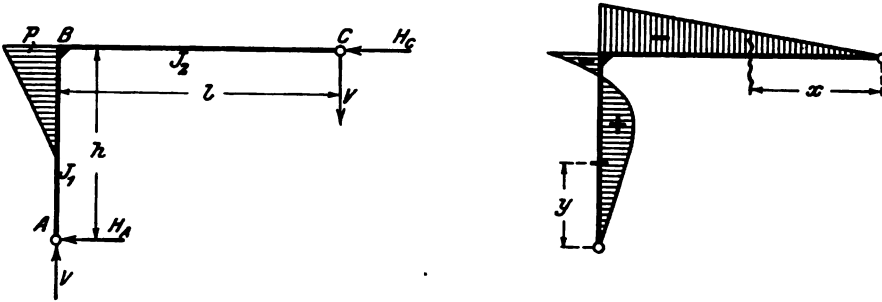
$$M_B = - V l.$$

Moment an einer beliebigen Stelle des Querriegels im Abstand x von C :

$$M_x = - V x.$$

**Einhüftiger Zweigelenkrahmen mit senkrechtem
Ständer und mit wagerechtem Querriegel.**

Wagerechte, teilweise Dreieckbelastung des Ständers mit Maximum in der Rahmenecke.



$$V = \frac{pc^2[5h(4h-3c)+3c^2]k}{120lh^2(k+1)}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{h}{l}$$

$$H_A = \frac{p c^2}{6 h} - V \cdot \frac{l}{h}$$

$$H_c = \frac{p c}{6 h} (3 a + 2 c) + V \cdot \frac{l}{h} .$$

Moment an einer beliebigen Stelle des Ständers im Abstand y von A :

für die Strecke a : $M_y = H_A y$

$$c: M_y = H_A y - \frac{p(y-a)^3}{6c}$$

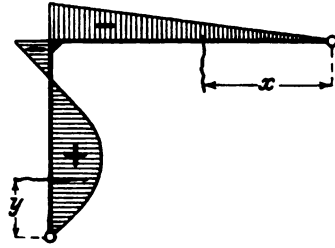
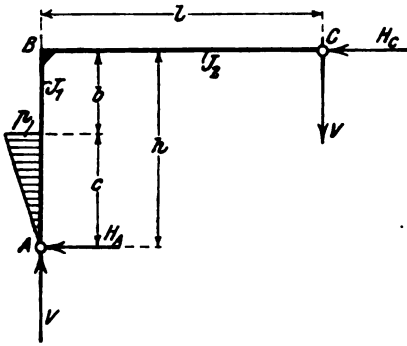
$$M_R = -Vl.$$

Moment an einer beliebigen Stelle des Querriegels im Abstand x von C:

$$M_x = -Vx.$$

Einhüftiger Zweigelenkrahmen mit senkrechtem Ständer und mit wagerechtem Querriegel.

Wagerechte, teilweise Dreieckbelastung des Ständers mit Minimum im unteren Gelenkpunkt.



$$V = -\frac{p c^2 k}{30 h^2 l} \cdot \frac{5 h^2 - 3 c^2}{k + 1}$$

$$k = -\frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{h}{l}$$

$$H_A = -\frac{p c}{6 h} (3 b + c) - V \cdot \frac{l}{h}$$

$$H_C = \frac{p c^2}{3 h} + V \cdot \frac{l}{h}$$

Moment an einer beliebigen Stelle des Ständers im Abstand y von A:

$$\text{für die Strecke } c: M_y = H_A y - \frac{p y^3}{6 c}$$

$$\text{„ „ „ } b: M_y = -\frac{p c^2}{3 h} (h - y) - V \cdot \frac{l}{h} \cdot y$$

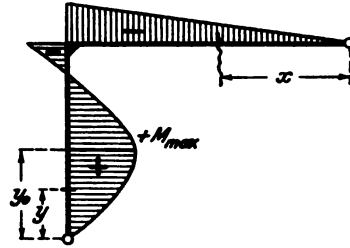
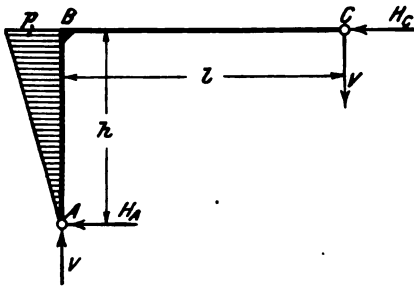
$$M_B = -V l.$$

Moment an einer beliebigen Stelle des Querriegels im Abstand x von C:

$$M_x = -V x.$$

Einhüftiger Zweigelenkrahmen mit senkrechtem Ständer und mit wagerechtem Querriegel.

Wagerechte Dreieckbelastung auf die ganze Höhe des Ständers mit Maximum in der Rahmenecke.



$$V = \frac{p h^2 k}{15 l (k + 1)}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{h}{l}$$

$$H_A = \frac{p h}{6} - V \cdot \frac{l}{h}$$

$$H_C = \frac{p h}{3} + V \cdot \frac{l}{h}$$

Moment an einer beliebigen Stelle des Ständers im Abstand y von A :

$$M_y = \frac{p h}{6} \left[\frac{3 k + 5}{5 (k + 1)} \cdot y - \frac{y^3}{h^2} \right]$$

Maximalmoment in $y_0 = h \sqrt{\frac{3 k + 5}{15 (k + 1)}}$

$$+ M_{\max} = + \frac{p h^2}{3} \cdot \frac{3 k + 5}{15 (k + 1)} \sqrt{\frac{3 k + 5}{15 (k + 1)}}$$

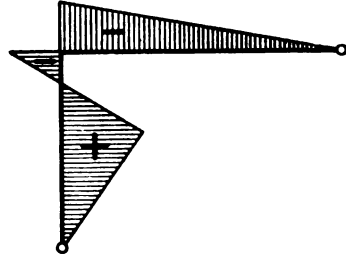
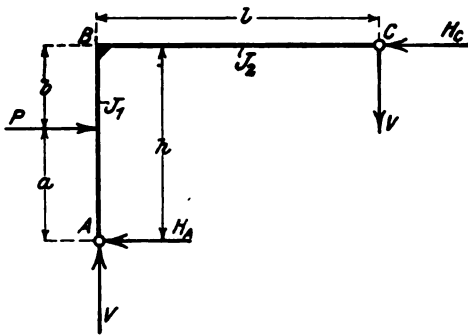
$$M_B = - V l.$$

Moment an einer beliebigen Stelle des Querriegels im Abstand x von C :

$$M_x = - V x.$$

Einhüftiger Zweigelenkrahmen mit senkrechtem Ständer und mit wagerechtem Querriegel.

Wagerechte Einzellast an beliebiger Stelle des Ständers.



$$V = \frac{Pab(a+h)}{2h^2l(k+1)}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{h}{l}$$

$$H_A = P \cdot \frac{b}{h} - V \cdot \frac{l}{h}$$

$$H_C = P \cdot \frac{a}{h} + V \cdot \frac{l}{h}$$

Momente:

$$M_P = \frac{Pab}{2h^2} \cdot \frac{2h^2k + 3hb - b^2}{k+1}$$

$$M_B = -Vl$$

Fortsetzung.

I. Einhüftige Rahmen

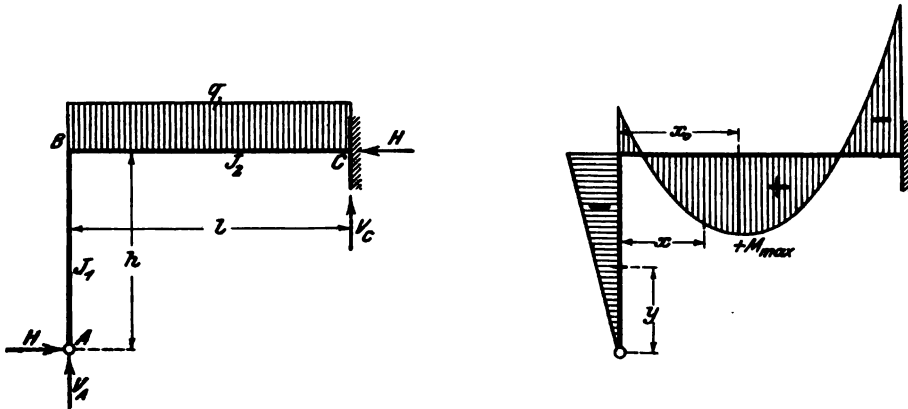
mit senkrechtem Ständer und mit wagerechtem Querriegel.

***b. Einhüftige Rahmen mit Fußgelenk und
Einspannung des Querriegels.***

4 Fälle.

Einhüftiger Rahmen mit Fußgelenk und Einspannung des Querriegels.

Senkrechte, gleichmäßig verteilte Belastung des Querriegels
auf dessen ganze Länge.



$$V_A = \frac{3ql}{2} \cdot \frac{k+1}{4k+3}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{h}{l}$$

$$V_C = ql - V_A = \frac{ql}{2} \cdot \frac{5k+3}{4k+3}$$

$$H = \frac{ql^2}{4h(4k+3)}$$

Moment an einer beliebigen Stelle des Ständers im Abstand y von A :

$$M_y = -Hy$$

$$M_B = -Hh$$

Moment an einer beliebigen Stelle des Querriegels im Abstand x von B :

$$M_x = V_A x - Hh - \frac{qx^2}{2}$$

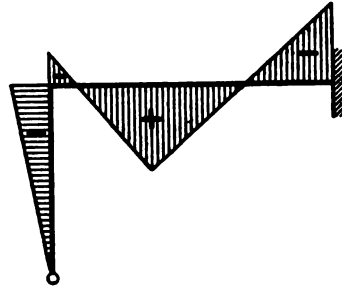
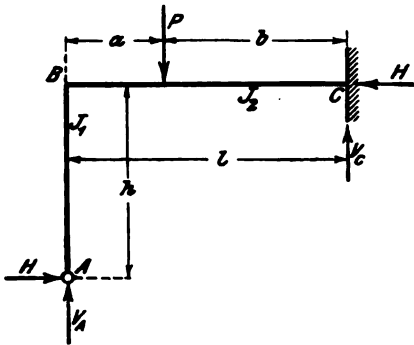
Maximalmoment in $x_0 = \frac{3l}{2} \cdot \frac{k+1}{4k+3}$

$$+ M_{\max} = \frac{ql^2}{8} \cdot \frac{9k^2 + 10k + 3}{(4k+3)^2}$$

$$M_C = -\frac{ql^2}{4} \cdot \frac{2k+1}{4k+3}$$

Einhüftiger Rahmen mit Fußgelenk und Einspannung des Querriegels.

Senkrechte Einzellast an beliebiger Stelle des Querriegels.



$$V_A = \frac{Pb^2}{l^3} \cdot \frac{2k(a+2l)+3(2a+l)}{4k+3}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{h}{l}$$

$$V_C = P - V_A$$

$$H = \frac{3Pa b^2}{hl^2(4k+3)}$$

Momente:

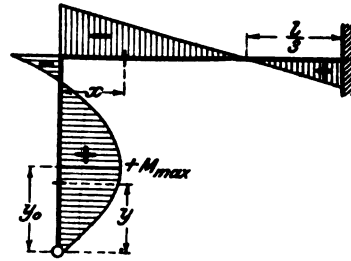
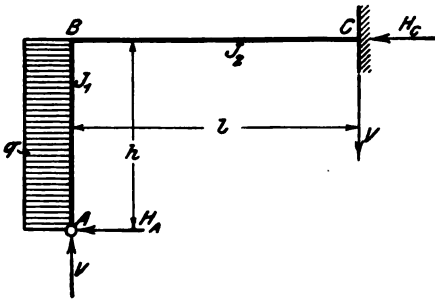
$$M_B = -Hh$$

$$M_P = V_A a - Hh = \frac{Pa b^2}{l^3} \cdot \frac{2k(a+2l)+6a}{4k+3}$$

$$M_C = -\frac{Pa b}{l^3} \cdot \frac{2k(2l-b)+3a}{4k+3}$$

Einhüftiger Rahmen mit Fußgelenk und Einspannung des Querriegels.

Wagerechte, gleichmäßig verteilte Belastung des Ständers
auf dessen ganze Höhe.



$$V = -\frac{3qh^2}{4l} \cdot \frac{k}{4k+3}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{h}{l}$$

$$H_A = \frac{3qh}{2} \cdot \frac{k+1}{4k+3}$$

$$H_C = qh - H_A = \frac{qh}{2} \cdot \frac{5k+3}{4k+3}$$

Moment an einer beliebigen Stelle des Ständers im Abstand y von A :

$$M_y = Hy - \frac{qy^2}{2}$$

$$M_B = H_A y - \frac{qh^2}{2} = -\frac{qh^2}{2} \cdot \frac{k}{4k+3}$$

Maximalmoment in $y_0 = \frac{3h}{2} \cdot \frac{k+1}{4k+3}$

$$+M_{\max} = +\frac{9}{8} \cdot qh^2 \left(\frac{k+1}{4k+3} \right)^2$$

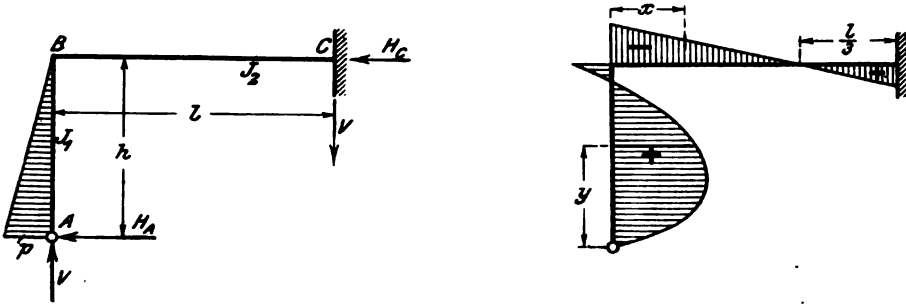
Moment an einer beliebigen Stelle des Querriegels im Abstand x von B :

$$M_x = Vx + H_A h - \frac{qh^2}{2}$$

$$M_C = +\frac{qh^2}{4} \cdot \frac{k}{4k+3}$$

Einhüftiger Rahmen mit Fußgelenk und Einspannung des Querriegels.

**Wagerechte Dreieckbelastung auf die ganze Höhe des Ständers
mit Maximum im Fußgelenkpunkt.**



$$V = \frac{13 p h^2}{20 l} \cdot \frac{k}{4k + 3}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{h}{l}$$

$$H_A = \frac{p h}{10} \cdot \frac{9k + 10}{4k + 3}$$

$$H_C = \frac{p h}{2} - H_A = \frac{p h}{10} \cdot \frac{11k + 5}{4k + 3}$$

Moment an einer beliebigen Stelle des Ständers im Abstand y von A :

$$M_y = H_A y - \frac{p y^2}{6 h} (3 h - y)$$

$$M_B = H_A h - \frac{p h^2}{3} = - \frac{13 p h^2}{30} \cdot \frac{k}{4k + 3}$$

Moment an einer beliebigen Stelle des Querriegels im Abstand x von B :

$$M_x = V x + H_A h - \frac{p h^2}{3}$$

$$M_C = + \frac{13 p h^2}{60} \cdot \frac{k}{4k + 3}$$

II. Zweistielige Rahmen

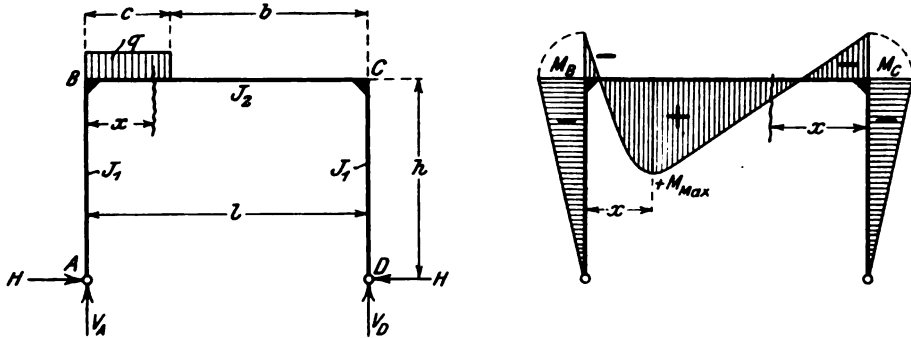
mit senkrechten Ständern und mit wagerechtem Querriegel.

a. Zweigelenkrahmen.

22 Fälle.

Zweistieliger Zweigelenkrahmen mit senkrechten Ständern und mit wagerechtem Querriegel.

Senkrechte, gleichmäßig verteilte, teilweise Streckenbelastung des Querriegels
an dessen einem Ende.



$$V_A = \frac{qc}{2l} (2l - c)$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{h}{l}$$

$$V_D = \frac{qc^2}{2l}$$

$$H = \frac{qc^2}{4hl} \cdot \frac{3l - 2c}{2k + 3}$$

$$M_A = M_D = 0$$

$$M_B = M_C = -\frac{qc^2}{4l} \cdot \frac{3l - 2c}{2k + 3}$$

Moment an einer beliebigen Stelle des Querriegels im Abstand x von B
bezw. von C

für die Strecke c : $M_x = V_A x - \frac{qx^2}{2} + M_B$ (x von B aus gemessen)

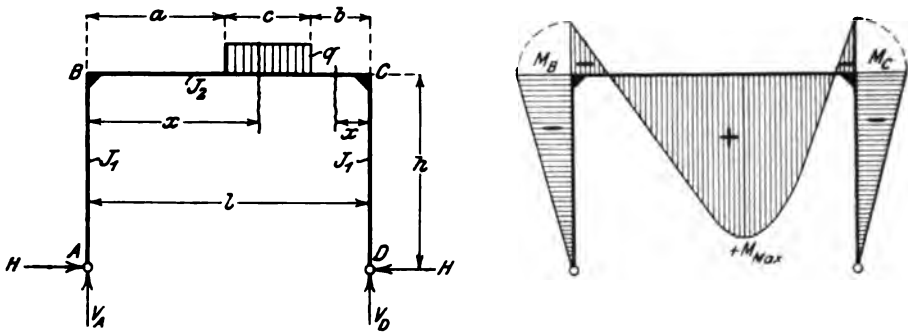
„ „ „ b : $M_x = V_D x + M_C$ (x „ C „ „)

Gefährlicher Querschnitt $x = \frac{c}{2l} (2l - c)$ (x „ B „ „)

$$\begin{aligned} + M_{\max} &= + \frac{qc^2}{8l^2} (2l - c)^2 + M_B \\ &= + \frac{2k(2l - c)^2 + 6l^2 - 8cl + 3c^2}{2k + 3} \cdot \frac{qc^2}{8l^2} \end{aligned}$$

Zweistieliger Zweigelenkrahmen mit senkrechten Ständern und mit wagerechtem Querriegel.

Senkrechte, gleichmäßig verteilte, teilweise Streckenbelastung des Querriegels
in beliebiger Lage.



$$V_A = \frac{q c}{2 l} (2 b + c)$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{h}{l}$$

$$V_D = \frac{q c}{2 l} (2 a + c)$$

$$H = \frac{q c (-6 b^2 + 6 b l - 6 b c - 2 c^2 + 3 c l)}{4 h l (2 k + 3)}$$

$$M_A = M_D = 0$$

$$M_B = M_C = - \frac{q c (-6 b^2 + 6 b l - 6 b c - 2 c^2 + 3 c l)}{4 l (2 k + 3)}$$

Moment an einer beliebigen Stelle des Querriegels im Abstand x von B
bzw. von C

für die Strecke a : $M_x = V_A x + M_B$ (x von B aus gemessen)

„ „ „ c : $M_x = V_A x - q \cdot \frac{(x-a)^2}{2} + M_B$ (x „ B „ „)

„ „ „ b : $M_x = V_B x + M_C$ (x „ C „ „)

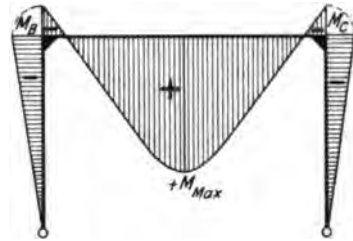
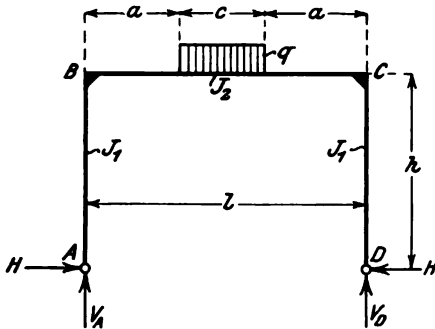
Gefährlicher Querschnitt: $x = a + \frac{V_A}{q}$

$$= a + \frac{c}{2 l} (2 b + c)$$

$$+ M_{\max} = + \frac{q c (2 b + c)}{2 l} \left[a + \frac{c}{4 l} (2 b + c) \right] + M_B.$$

Zweistieliger Zweigelenkrahmen mit senkrechten Ständern und mit wagerechtem Querriegel.

Senkrechte, gleichmäßig verteilte, teilweise Streckenbelastung des Querriegels
symmetrisch zur Mitte.



$$V_A = V_D = \frac{qc}{2}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{h}{l}$$

$$H = \frac{qc(3l^2 - c^2)}{8hl(2k + 3)}$$

$$M_A = M_D = 0$$

$$M_B = M_C = -\frac{qc(3l^2 - c^2)}{8l(2k + 3)}$$

Moment an einer beliebigen Stelle des Querriegels im Abstand x von B
bzw. von C

für die Strecke a : $M_x = \frac{qc}{2} \cdot x + M_B$

„ „ „ c : $M_x = \frac{qc}{2} \cdot x - q \cdot \frac{(x-a)^2}{2} + M_B$

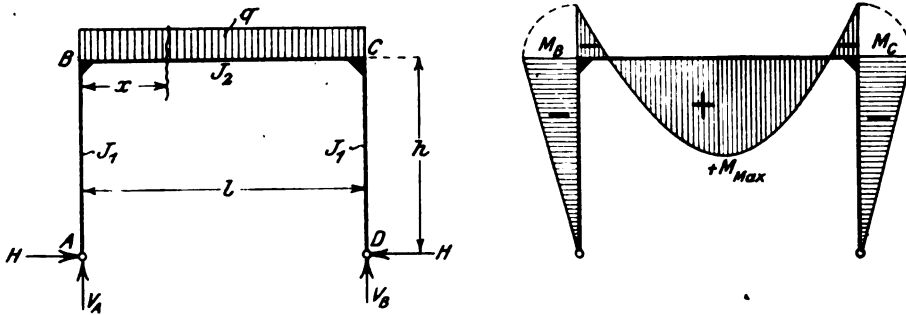
Gefährlicher Querschnitt: $x = \frac{l}{2}$

$$+M_{\max} = +\frac{2kl(2l-c) + 3l^2 - 3cl + c^2}{l(2k+3)} \cdot \frac{qc}{8}$$



Zweistieliger Zweigelenkrahmen mit senkrechten Ständern und mit wagerechtem Querriegel.

Senkrechte, gleichmäßig verteilte, teilweise Streckenbelastung des Querriegels auf dessen ganze Länge.



$$V_A = V_B = \frac{q l}{2}$$

$$H = \frac{q l^2}{4 h (2 k + 3)}$$

$$M_A = M_D = 0$$

$$M_B = M_C = -\frac{q l^2}{4 (2 k + 3)}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{h}{l}$$

Moment an einer beliebigen Stelle des Querriegels im Abstand x von B

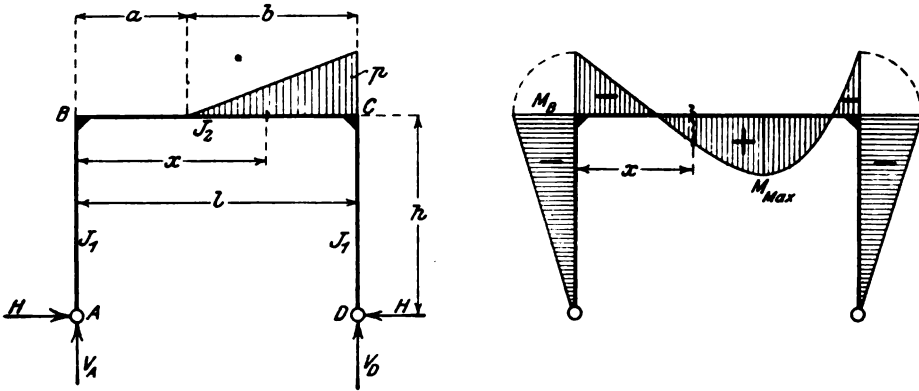
$$M_x = \frac{q l}{2} \cdot x - \frac{q x^2}{2} + M_B$$

Gefährlicher Querschnitt in $x = \frac{l}{2}$

$$+ M_{\max} = + \frac{2 k + 1}{2 k + 3} \cdot \frac{q l^2}{8}$$

Zweistieliger Zweigelenkrahmen mit senkrechten Ständern und mit wagerechtem Querriegel.

Senkrechte, einseitig ansteigende, teilweise Dreieckbelastung des Querriegels
mit Maximum in einer Rahmenecke.



$$V_A = \frac{b^2 p}{6l}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{h}{l}$$

$$V_D = \frac{bp}{2} - \frac{b^2 p}{6l}$$

$$H = \frac{p}{8hl} \cdot \frac{b^2 l + b l^2 - b^3}{2k + 3}$$

$$M_A = M_D = 0$$

$$M_B = M_C = -\frac{p}{8l} \cdot \frac{b^2 l + b l^2 - b^3}{2k + 3}$$

Moment an einer beliebigen Stelle des Querriegels im Abstand x von B

für die Strecke a : $M_x = \frac{b^2 p}{6l} \cdot x + M_B$

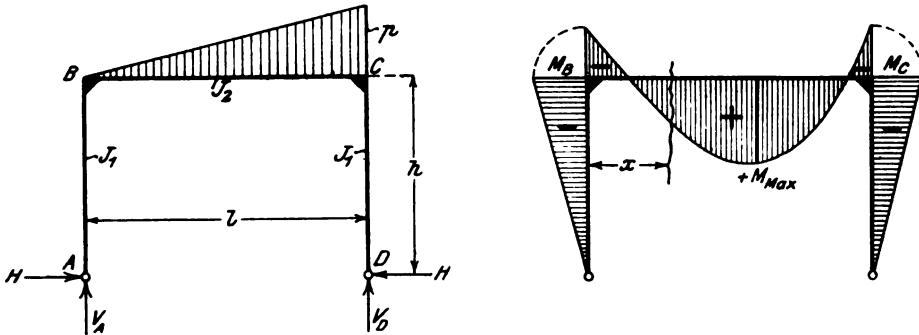
„ „ „ b : $M_x = \frac{p}{6lb} [b^3 x - x^3 l + 3x^2 a l - 3x a^2 l + a^3 l] + M_B$.

Gefährlicher Querschnitt: $x = a + b \sqrt{\frac{b}{3l}}$

$$+ M_{\max} = + \frac{p b^2}{6l} \left(a + \frac{2}{3} b \sqrt{\frac{b}{3l}} \right) + M_B$$

Zweistieliger Zweigelenrahmen mit senkrechten Ständern und mit wagerechtem Querriegel.

Senkrechte, einseitig ansteigende Dreieckbelastung des Querriegels aus dessen ganze Länge.



$$V_A = \frac{pl}{6}$$

$$V_D = \frac{pl}{3}$$

$$H = \frac{pl^2}{8h(2k+3)}$$

$$M_A = M_D = 0$$

$$M_B = M_C = -\frac{pl^2}{8(2k+3)}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{h}{l}$$

Moment an einer beliebigen Stelle des Querriegels im Abstand x von B

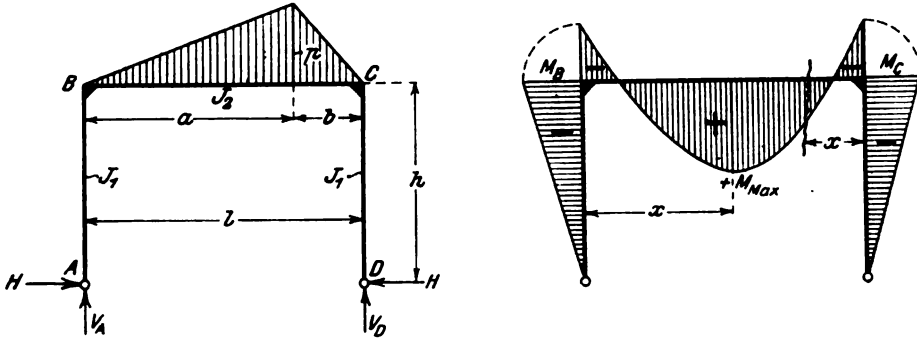
$$M_x = \frac{plx}{6} \left(1 - \frac{x^2}{l^2}\right) + M_B.$$

Gefährlicher Querschnitt: $x = \frac{l}{\sqrt{3}}$

$$+M_{\max} = +\frac{pl^2}{27} \sqrt{3} + M_B.$$

Zweistieliger Zweigelenkrahmen mit senkrechten Ständern und mit wagerechtem Querriegel.

Senkrechte unsymmetrische Dreieckbelastung des Querriegels auf dessen ganze Länge.



$$V_A = \frac{p}{6} (b + l)$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{h}{l}$$

$$V_D = \frac{p}{6} (2l - b)$$

$$H = \frac{p(l^2 + lb - b^2)}{8h(2k + 3)}$$

$$M_A = M_D = 0$$

$$M_B = M_C = -\frac{p(l^2 + lb - b^2)}{8(2k + 3)}$$

Moment an einer beliebigen Stelle des Querriegels im Abstand x von B

$$\text{für die Strecke } a: M_x = \frac{p}{6} (b + l) x - \frac{p x^3}{6a} + M_B.$$

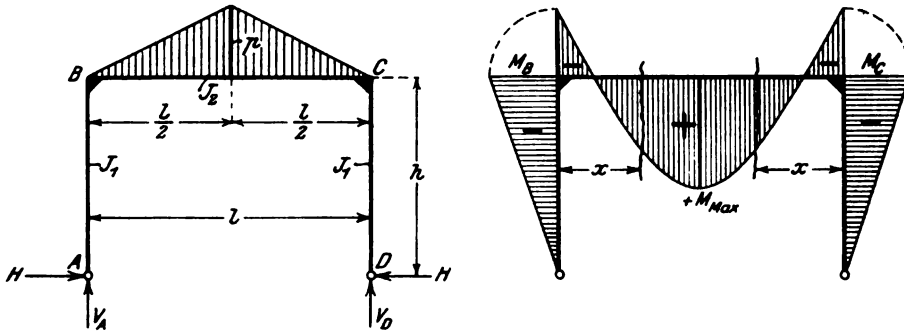
$$\text{Gefährlicher Querschnitt: } x = \sqrt{\frac{l^2 - b^2}{3}}$$

$$+ M_{\max} = + \frac{p(b + l)}{9} \sqrt{\frac{l^2 - b^2}{3}} + M_B$$

$$\text{für die Strecke } b: M_x = \frac{p}{6} (2l - b) x - \frac{p x^3}{6b} + M_C \left(\begin{array}{l} x \text{ von } C \text{ aus} \\ \text{gemessen} \end{array} \right).$$

Zweistieliger Zweigelenkrahmen mit senkrechten Ständern und mit wagerechtem Querriegel.

Senkrechte symmetrische Dreieckbelastung des Querriegels auf dessen ganze Länge.



$$V_A = V_D = \frac{p l}{4}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{h}{l}$$

$$H = \frac{5 p l^2}{32 h (2 k + 3)}$$

$$M_A = M_D = 0$$

$$M_B = M_C = - \frac{5 p l^2}{32 (2 k + 3)}$$

Moment an einer beliebigen Stelle des Querriegels im Abstand x von B :

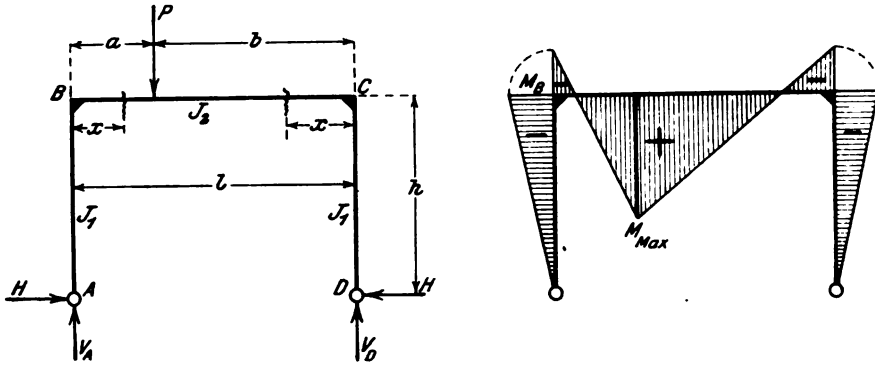
$$M_x = \frac{p l}{4} \cdot x - \frac{p x^3}{3 l} + M_B.$$

Gefährlicher Querschnitt: $x = \frac{l}{2}$

$$\begin{aligned} + M_{\max} &= + \frac{p l^2}{12} + M_B \\ &= \frac{16 k + 9}{2 k + 3} \cdot \frac{p l^2}{96} \end{aligned}$$

Zweistieliger Zweigelenkrahmen mit senkrechten Ständern und mit wagerechtem Querriegel.

Senkrechte Einzellast an beliebiger Stelle des Querriegels.



$$V_A = \frac{Pb}{l}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{h}{l}$$

$$V_D = \frac{Pa}{l}$$

$$H = \frac{3Pab}{2hl(2k+3)}$$

$$M_A = M_D = 0$$

$$M_B = M_C = -\frac{3}{2} \cdot \frac{Pab}{(2k+3)l}$$

Moment an einer beliebigen Stelle des Querriegels im Abstand x von B, bzw. von C

$$\text{für die Strecke } a: M_x = \frac{Pb}{l} \cdot x + M_B$$

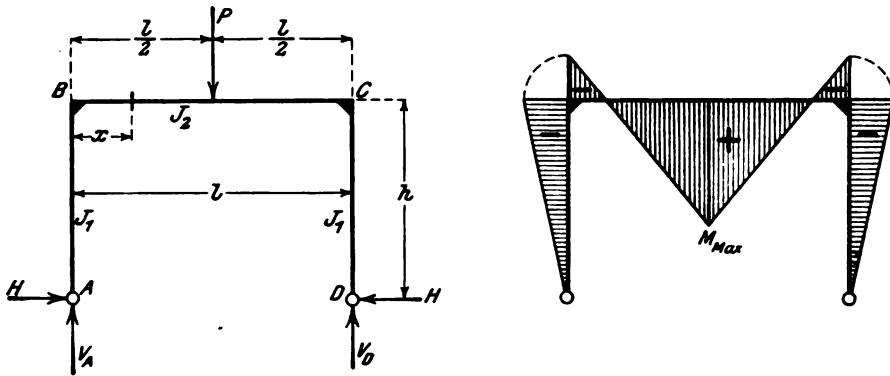
$$\text{„ „ „ } b: M_x = \frac{Pa}{l} \cdot x + M_C$$

Gefährlicher Querschnitt: $x = a$

$$+M_{\max} = +\frac{4k+3}{2k+3} \cdot \frac{Pab}{2l}$$

Zweistieliger Zweigelenkrahmen mit senkrechten Ständern und mit wagerechtem Querriegel.

Senkrechte Einzellast in der Mitte des Querriegels.



$$V_A = V_D = \frac{P}{2}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{h}{l}$$

$$H = \frac{3Pl}{8h(2k+3)}$$

$$M_A = M_D = 0$$

$$M_B = M_C = -\frac{3}{8} \cdot \frac{Pl}{2k+3}.$$

Moment an einer beliebigen Stelle des Querriegels im Abstand x von B :

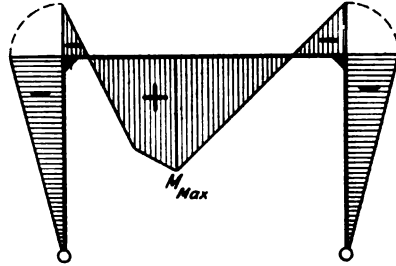
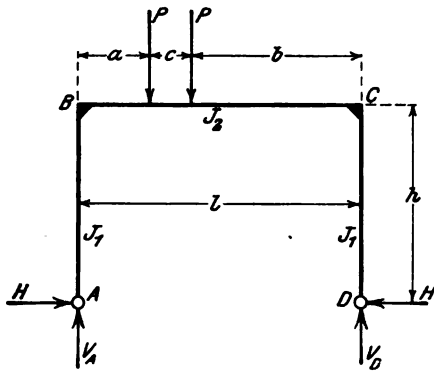
$$M_x = \frac{P}{2} \cdot x + M_B.$$

Gefährlicher Querschnitt: $x = \frac{l}{2}$

$$+ M_{\max} = + \frac{4k+3}{2k+3} \cdot \frac{Pl}{8}.$$

Zweistieliger Zweigelenkrahmen mit senkrechten Ständern und mit wagerechtem Querriegel.

Zwei senkrechte Einzellasten an beliebigen Stellen des Querriegels.



$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{h}{l}$$

$$V_A = \frac{P}{l} (c + 2b)$$

$$V_D = \frac{P}{l} (c + 2a)$$

$$H = \frac{ac + 2ab + bc}{2k + 3} \cdot \frac{3P}{2hl}$$

$$M_A = M_D = 0$$

$$M_B = M_C = -\frac{3P}{2l} \cdot \frac{ac + 2ab + bc}{2k + 3}$$

Momente im Riegel Querriegel

für $x = a$ (x von B aus gemessen)

$$M = -\frac{P}{l} (c + 2b)a + M_B$$

für $x = b$ (x von C aus gemessen)

$$M = -\frac{P}{l} (c + 2a)b + M_C$$

Sonderfall $a = b$:

$$V_A = V_D = P$$

$$H = \frac{3Pa(a+c)}{hl(2k+3)}$$

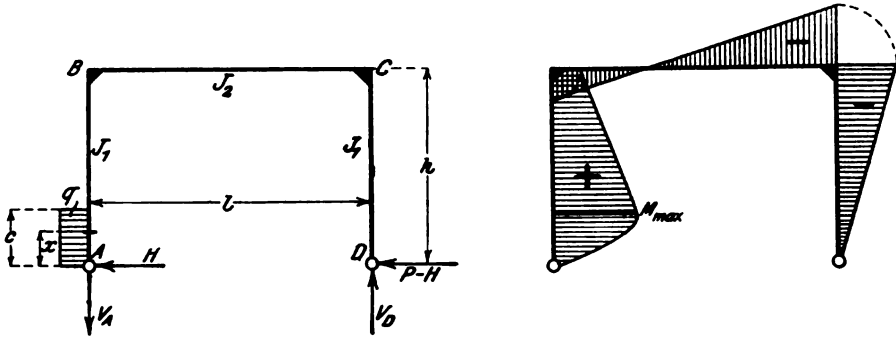
$$M_B = M_C = -\frac{3Pa(a+c)}{l(2k+3)}$$

für $x = a$ (x von B aus gemessen)

$$+M = Pa + M_B.$$

Zweistieliger Zweigelenkrahmen mit senkrechten Ständern und mit wagerechtem Querriegel.

Wagerechte, gleichmäßig verteilte, teilweise Streckenbelastung am unteren Ende eines Ständers.



$$V_A = V_D = \frac{qc^2}{2l}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{h}{l}$$

$$H = [k(16h^3 + c^3 - 6ch^2) + 6h^2(4h - c)] \frac{qc}{8h^3(2k + 3)}.$$

Moment an einer beliebigen Stelle des Ständers AB

für die Strecke c:
$$M_x = Hx - \frac{qx^2}{2}.$$

Gefährlicher Querschnitt:
$$x = \frac{H}{q}$$

$$+ M_{\max} = + \frac{H^2}{2q}$$

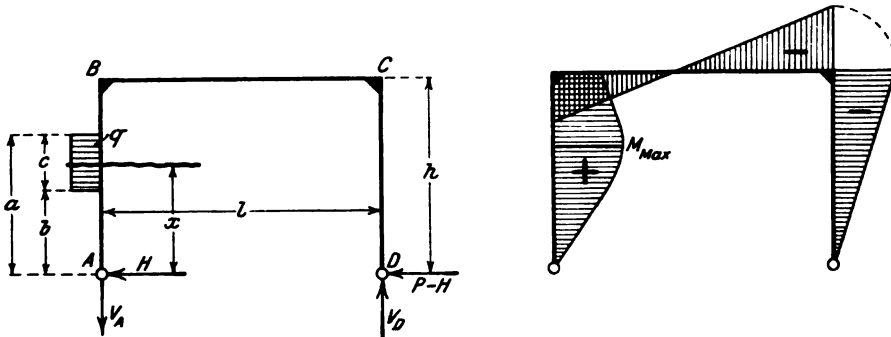
für die Strecke (h - c):
$$M_x = Hx - \frac{qc}{2}(2x - c)$$

$$M_B = + Hh - \frac{qc}{2}(2h - c)$$

$$M_C = - [k(c^3 - 6ch^2) - 6h^2c] \frac{qc}{8h^3(2k + 3)}.$$

Zweistieliger Zweigelenkrahmen mit senkrechten Ständern und mit wagerechtem Querriegel.

**Wagerechte, gleichmäßig verteilte, teilweise Streckenbelastung eines Ständers
in beliebiger Lage.**



$$V_A = V_D = \frac{qc}{l} \left(b + \frac{c}{2} \right)$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{h}{l}$$

$$H = [k(16h^3c + a^4 - b^4 - 6a^2h^2 + 6b^2h^2) + 6h^2(4hc - a^2 + b^2)] \frac{q}{8h^3(2k + 3)}.$$

Moment an einer beliebigen Stelle des Ständers AB

für die Strecke b : $M_x = Hx$

„ „ „ c : $M_x = Hx - \frac{q}{2} (x - b)^2$

Gefährlicher Querschnitt $x = b + \frac{H}{q}$

$$+ M_{\max} = + H \left(b + \frac{H}{2q} \right)$$

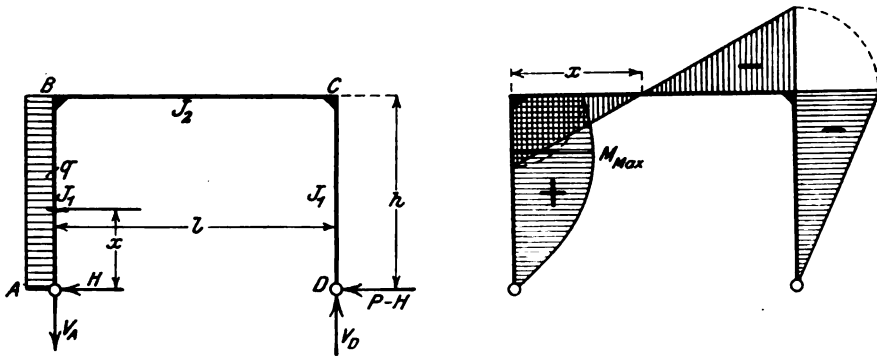
für die Strecke $(h - a)$: $M_x = Hx - \frac{qc}{2} (2x - 2b - c)$

$$M_B = Hh - \frac{qc}{2} (2h - 2b - c)$$

$$M_C = - [k(a^4 - b^4 - 6a^2h^2 + 6b^2h^2) + 6h^2(a^2 - b^2)] \frac{q}{8h^3(2k + 3)}.$$

Zweistieliger Zweigelenkrahmen mit senkrechten Ständern und mit wagerechtem Querriegel.

Wagerechte, gleichmäßig verteilte Belastung eines Ständers auf dessen ganze Höhe.



$$V_A = V_D = \frac{qh^2}{2l}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{h}{l}$$

$$H = \frac{11k + 18}{2k + 3} \cdot \frac{qh}{8}$$

Moment an einer beliebigen Stelle des Ständers AB:

$$M_x = Hx - \frac{qx^2}{2}$$

Gefährlicher Querschnitt: $x = \frac{h}{8} \cdot \frac{11k + 18}{2k + 3}$

$$+ M_{\max} = \frac{q}{2} \left(\frac{h}{8} \cdot \frac{11k + 18}{2k + 3} \right)^2$$

$$M_B = + \frac{3qh^2(k + 2)}{8(2k + 3)}$$

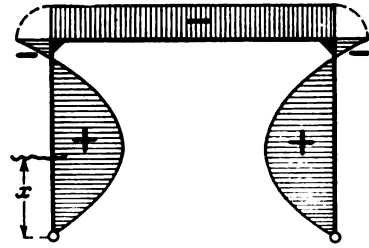
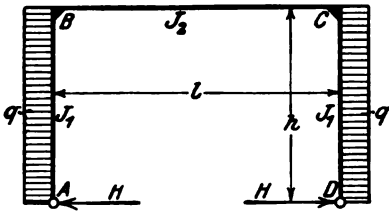
$$M_C = - \frac{qh^2}{8} \cdot \frac{5k + 6}{2k + 3}$$

Momentennullpunkt x_0 im Querriegel:

$$x = \frac{3}{4} \cdot \frac{k + 2}{2k + 3} \cdot l$$

Zweistieliger Zweigelenkrahmen mit senkrechten Ständern und mit wagerechtem Querriegel.

Wagerechte, gleichmäßig verteilte Belastung beider Ständer auf deren ganze Höhe.



$$V_A = V_D = 0$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{h}{l}$$

$$H = \frac{3}{4} q h \cdot \frac{k+2}{2k+3}.$$

Moment an einer beliebigen Stelle des Ständers im Abstand x von A , bzw. von D :

$$M_x = Hx - \frac{qx^2}{2}$$

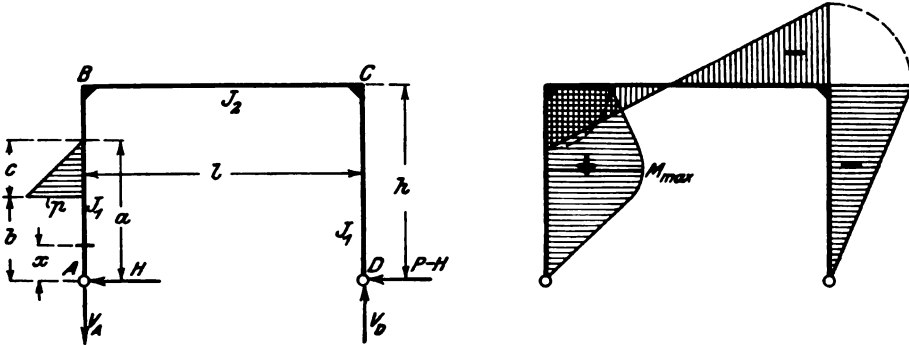
$$M_B = -\frac{qh^2}{4} \cdot \frac{k}{2k+3} = M_C.$$

Moment an einer beliebigen Stelle des Querriegels:

$$M_x = -\frac{qh^2}{4} \cdot \frac{k}{2k+3}.$$

Zweistieliger Zweigelenrahmen mit senkrechten Ständern und mit wagerechtem Querriegel.

Wagerechte, teilweise Dreieckbelastung eines Ständers an beliebiger Stelle.



$$P = \frac{p c}{2}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{h}{l}$$

$$V_A = V_D = \frac{p c}{6 l} (3 b + c)$$

$$H =$$

$$\left\{ k \left[2 h^3 (a^2 + b^2) - 4 h^3 a b + \frac{a^5}{20} + \frac{b^5}{5} - \frac{a b^4}{4} - \frac{a^3 h^2}{2} + \frac{3}{2} a h^2 b^2 - h^2 b^3 \right] \right. \\ \left. + h^2 \left(3 h a^2 - 6 a h b + \frac{3}{2} a b^2 + 3 h b^2 - \frac{a^3}{2} - b^3 \right) \right\} \frac{p}{2 h^3 c (2 k + 3)}$$

Moment an einer beliebigen Stelle des Ständers AB

für die Strecke b : $M_x = H x$

„ „ „ c : $M_x = H x - \frac{p}{6 c} (x - b)^2 (3 c - x + b)$

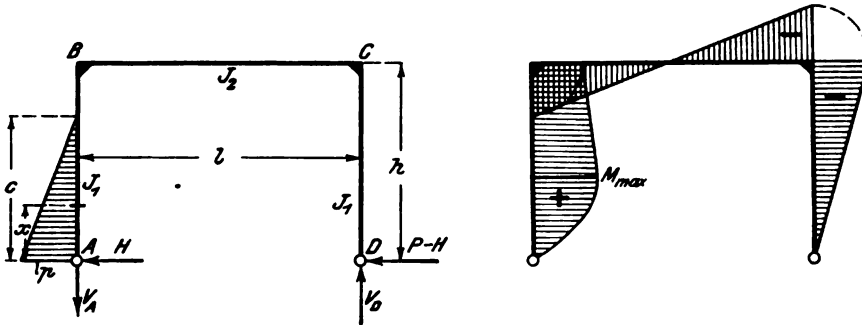
„ „ „ $(h - a)$: $M_x = H x - \frac{p c}{2} \left(x - a + \frac{2}{3} c \right)$

$$M_B = H h - \frac{p c}{2} \left(h - a + \frac{2}{3} c \right)$$

$$M_C = - \left(\frac{p c}{2} - H \right) h.$$

Zweistieliger Zweigelenkrahmen mit senkrechten Ständern und mit wagerechtem Querriegel.

Wagerechte, teilweise Dreieckbelastung am unteren Ende eines Ständers.



$$P = \frac{p c}{2}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{h}{l}$$

$$V_A = V_D = \frac{p c^2}{6 l}$$

$$H = [k (40 h^3 + c^3 - 10 c h^2) + 60 h^3 - 10 c h^2] \frac{c p}{40 h^3 (2 k + 3)}$$

Moment an einer beliebigen Stelle des Ständers AB

$$\text{für die Strecke } c: \quad M_x = H x - \frac{p}{6 c} x^2 (3 c - x)$$

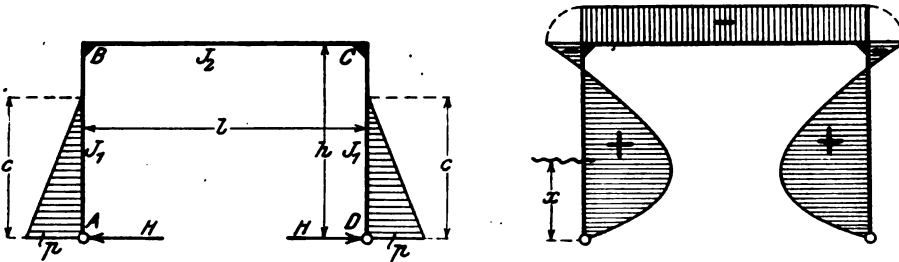
$$\text{" " " } (h - c): \quad M_x = H x - \frac{p c}{6} (3 x - c)$$

$$M_B = H h - \frac{p c}{6} (3 h - c)$$

$$M_c = - \left(\frac{p c}{2} - H \right) h.$$

Zweistieliger Zweigelenkrahmen mit senkrechten Ständern und mit wagerechtem Querriegel.

Wagerechte, teilweise Dreieckbelastung beider Ständer mit Maxima in den Fußgelenken.



$$V_A = V_D = 0$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{h}{l}$$

$$H = \frac{p c}{20 h^3 (2 k + 3)} [k (20 h^3 + c^3 - 10 c h^2) + 30 h^3 - 10 c h^2].$$

Moment an einer beliebigen Stelle des Ständers im Abstand x von A ,
bezw. von D

für die Strecke c : $M_x = H x - \frac{p}{6 c} \cdot x^2 (3 c - x)$

„ „ „ $(h - c)$: $M_x = H x - \frac{p c}{6} (3 x - c)$

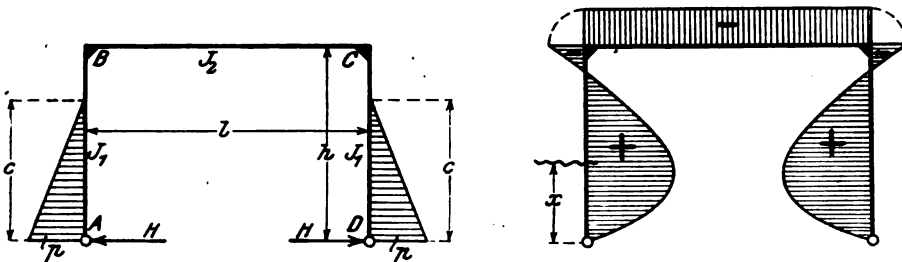
$$M_B = M_C = H h - \frac{p c}{6} (3 h - c).$$

Moment an einer beliebigen Stelle des Querriegels:

$$M_x = H h - \frac{p c}{6} (3 h - c).$$

Zweistieliger Zweigelenkrahmen mit senkrechten Ständern und mit wagerechtem Querriegel.

Wagerechte, teilweise Dreieckbelastung beider Ständer mit Maxima in den Fußgelenken.



$$V_A = V_D = 0$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{h}{l}$$

$$H = \frac{p c}{20 h^3 (2k + 3)} [k (20 h^3 + c^3 - 10 c h^2) + 30 h^3 - 10 c h^2].$$

Moment an einer beliebigen Stelle des Ständers im Abstand x von A , bzw. von D

für die Strecke c :
$$M_x = Hx - \frac{p}{6c} \cdot x^2 (3c - x)$$

„ „ „ $(h - c)$:
$$M_x = Hx - \frac{p c}{6} (3x - c)$$

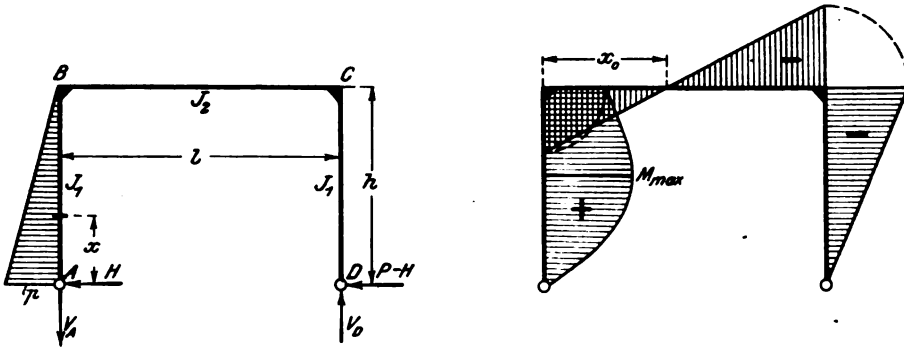
$$M_B = M_C = Hh - \frac{p c}{6} (3h - c).$$

Moment an einer beliebigen Stelle des Querriegels:

$$M_x = Hh - \frac{p c}{6} (3h - c).$$

Zweistieliger Zweigelenkrahmen mit senkrechten Ständern und mit wagerechtem Querriegel.

Wagerechte Dreieckbelastung auf die ganze Höhe des Ständers.



$$V_A = V_D = \frac{p h^2}{6 l}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{h}{l}$$

$$H = \frac{31 k + 50}{2 k + 3} \cdot \frac{p h}{40}$$

Moment an einer beliebigen Stelle des Ständers AB

$$M_x = H x - \frac{p}{6 h} x^2 (3 h - x)$$

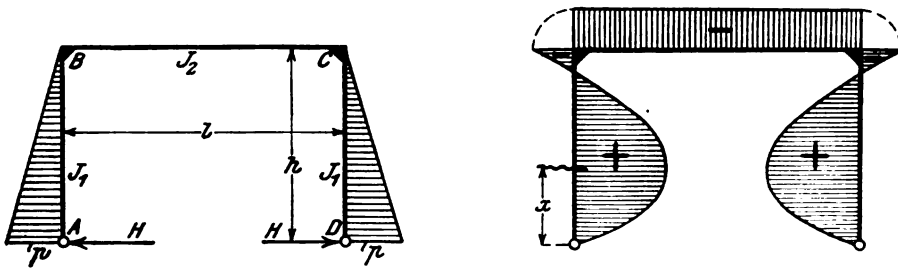
$$M_B = + \frac{p h^2}{120} \cdot \frac{13 k + 30}{2 k + 3}$$

$$M_C = - \frac{p h^2}{40} \cdot \frac{9 k + 10}{2 k + 3}$$

Momentennullpunkt im Querriegel $x_0 = \frac{l}{20} \cdot \frac{13 k + 30}{2 k + 3}$

Zweistieliger Zweigelenkrahmen mit senkrechten Ständern und mit wagerechtem Querriegel.

Wagerechte Dreieckbelastung auf die ganze Höhe beider Ständer mit Maxima in den Fußgelenken.



$$V_A = V_D = 0$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{h}{l}$$

$$H = \frac{p h}{20} \cdot \frac{11 k + 20}{2 k + 3}.$$

Moment an einer beliebigen Stelle des Ständers im Abstand x von A , bzw. von D :

$$M_x = Hx - \frac{p}{6 h} \cdot x^2 (3 h - x)$$

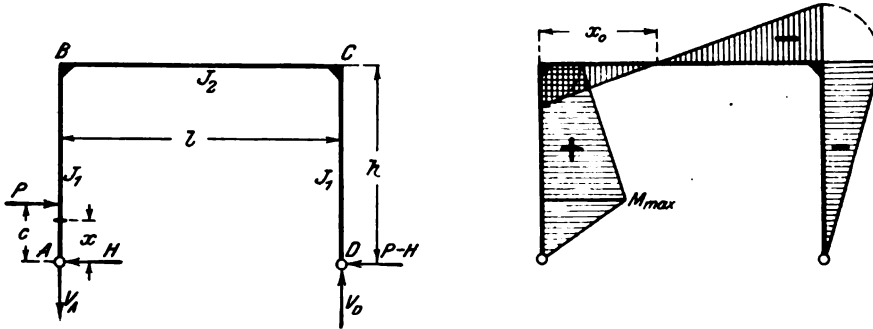
$$M_B = M_C = - \frac{p h^2}{60} \cdot \frac{7 k}{2 k + 3}.$$

Moment an einer beliebigen Stelle des Querriegels:

$$M_x = - \frac{p h^2}{60} \cdot \frac{7 k}{2 k + 3}.$$

Zweistieliger Zweigelenkrahmen mit senkrechten Ständern und mit wagerechtem Querriegel.

Wagerechte Einzellast an beliebiger Stelle eines Ständers.



$$V_A = V_D = \frac{Pc}{l}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{h}{l}$$

$$H = \frac{k[4h^3 + c^3 - 3ch^2] + 6h^3 - 3ch^2}{h^3(2k + 3)} \cdot \frac{P}{2}.$$

Moment an einer beliebigen Stelle des Ständers AB

für die Strecke c : $M_x = Hx$

„ „ „ $(h - c)$: $M_x = Hx - P(x - c)$

$$M_B = \frac{k(h^2 + c^2) + 3h^2}{2h^2(2k + 3)} \cdot Pc.$$

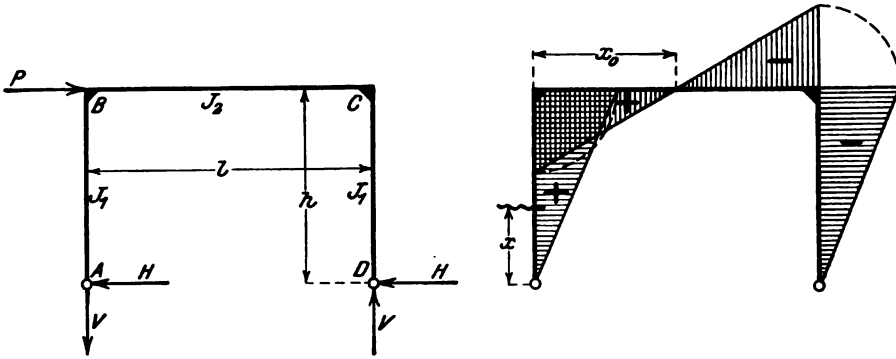
$$M_C = \frac{k(c^3 - 3h^2) - 3h^2}{2h^2(2k + 3)} \cdot Pc.$$

Momentennullpunkt im Riegel im Abstand x_0 von B

$$x_0 = \frac{k(h^2 + c^2) + 3h^2}{2h^2(2k + 3)} \cdot l.$$

Zweistieliger Zweigelenkrahmen mit senkrechten Ständern und mit wagerechtem Querriegel.

Wagerechte Einzellast in einer Rahmenecke.



$$V = \frac{Ph}{l}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{h}{l}$$

$$H = \frac{P}{2}$$

Moment an einer beliebigen Stelle des Ständers im Abstand x von A ,
bezw. von D

$$M_x = \pm Hx$$

$$M_B = \frac{P}{2} \cdot h = -M_C.$$

Momentennullpunkt: $x_0 = \frac{l}{2}$

Fortsetzung.

II. Zweistielige Rahmen

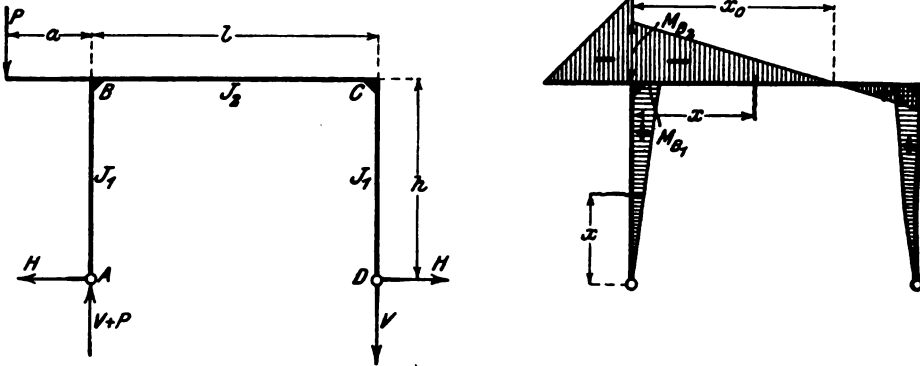
mit senkrechten Ständern und mit wagerechtem Querriegel.

***b. Zweigelenkrahmen mit Auskragungen
und Konsolen.***

4 Fälle.

Zweistieliger Zweigelenrahmen mit Auskragungen und Konsolen.

Wagerechte Auskragung des Querriegels mit senkrechter Einzellast am Ende der Auskragung.



$$V = - \frac{M_k}{l}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{h}{l}$$

$$H = - \frac{3 M_k}{2 h (2 k + 3)} \quad (M_k = \text{Kragmoment} = - P a).$$

Moment an einer beliebigen Stelle des Ständers im Abstand x von A, bzw. von D:

$$M_x = + H x$$

$$M_{B_1} = M_C = - \frac{3 M_k}{2 (2 k + 3)} = + H h$$

$$M_{B_2} = M_k + M_{B_1}.$$

Moment an einer beliebigen Stelle des Querriegels im Abstand x von B:

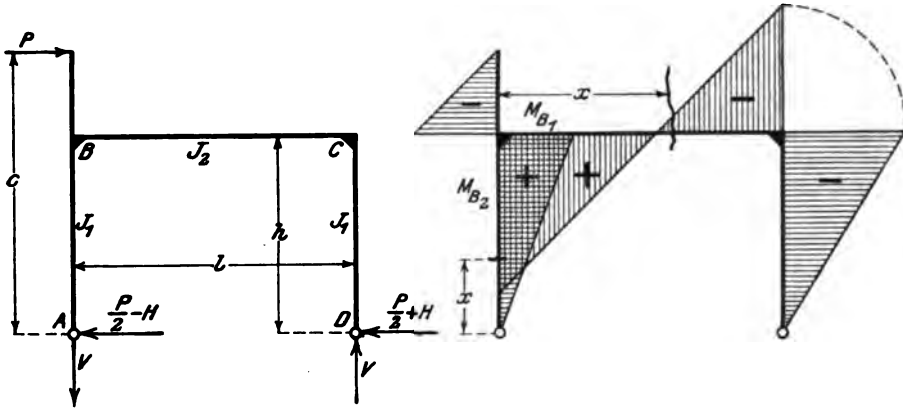
$$M_x = - \frac{M_k}{2 l (2 k + 3)} [4 k (x - l) + 3 (2 x - l)].$$

Nullpunkt im Querriegel im Abstand x_0 von B:

$$x_0 = \frac{l}{2} \cdot \frac{4 k + 3}{2 k + 3}.$$

Zweistieliger Zweigelenkrahmen mit Auskragungen und Konsolen.

Senkrechte Verlängerung eines Ständers mit wagerechter Einzellast am Ende der Verlängerung.



$$V = \frac{Pc}{l}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{h}{l}$$

$$H = \frac{3P(c-h)}{2h(2k+3)}$$

Moment an einer beliebigen Stelle des Ständers im Abstand x von A bzw. von D :

$$M_x = \left(\frac{P}{2} - H \right) x$$

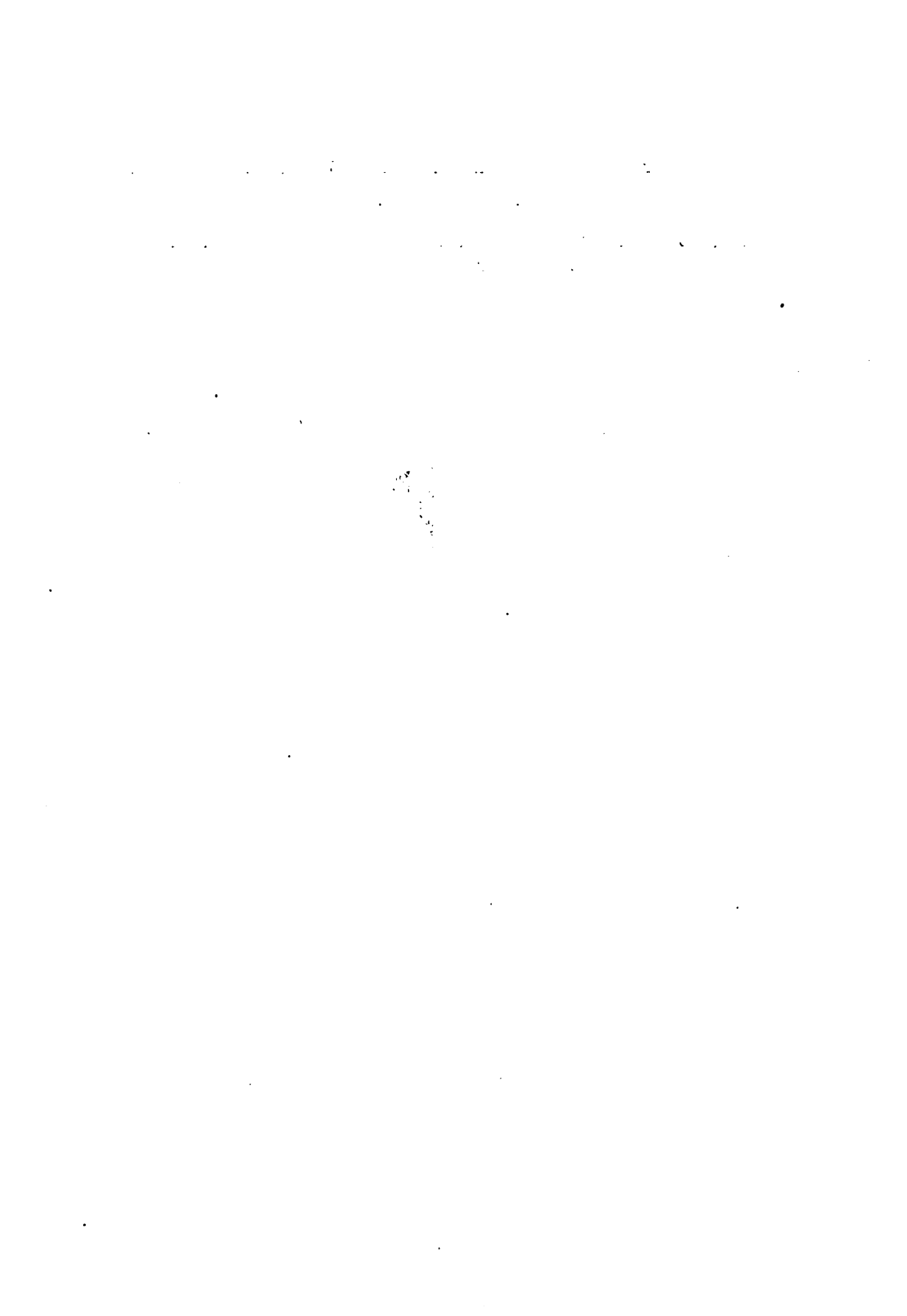
$$M_{B_1} = \left(\frac{P}{2} - H \right) h$$

$$M_{B_2} = Pc - \left(\frac{P}{2} + H \right) h.$$

Moment an einer beliebigen Stelle des Querriegels im Abstand x von B :

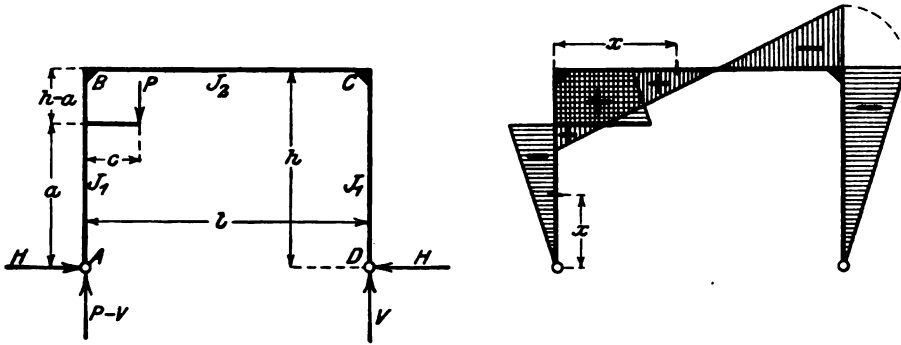
$$M_x = \frac{Pc}{l}(l-x) - \left(\frac{P}{2} + H \right) h$$

$$M_C = - \left(\frac{P}{2} + H \right) h.$$



Zweistieliger Zweigelenkrahmen mit Auskragungen und Konsolen.

Konsolauskragung eines Ständers mit senkrechter Einzellast am Ende der Konsole.



$$V = \frac{Pc}{l}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{h}{l}$$

$$H = 3 Pc \cdot \frac{k(h^2 - a^2) + h^2}{2h^3(2k + 3)}$$

Moment an einer beliebigen Stelle des Ständers im Abstand x von A bzw. von D

für die Strecke a : $M_x = -Hx$

„ „ „ $(h-a)$: $M_x = Pc - Hx$

$$M_B = Pc - Hh.$$

Moment an einer beliebigen Stelle des Querriegels im Abstand x von B :

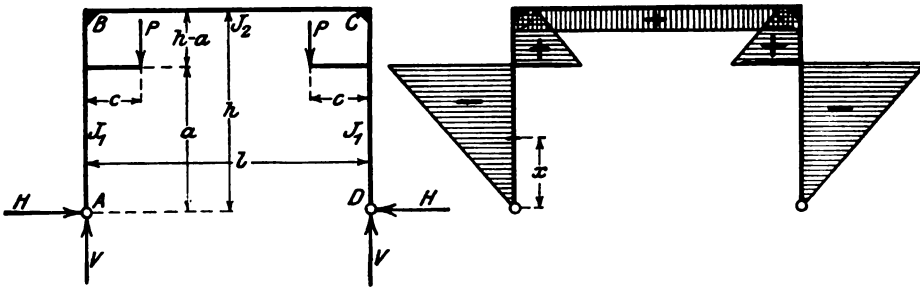
$$M_x = \frac{Pc}{l}(l-x) - Hh$$

$$M_C = -Hh.$$

84 1000
A 1000

Zweistieliger Zweigelenkrahmen mit Auskragungen und Konsolen.

Konsolauskragungen beider Ständer in gleicher Höhe
mit senkrechten Einzellasten an den Enden beider Auskragungen.



$$V = P$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{h}{l}$$

$$H = 3 P c \cdot \frac{k(h^2 - a^2) + h^2}{h^3(2k + 3)}.$$

Moment an einer beliebigen Stelle des Ständers im Abstand x von A
bezw. von D

für die Strecke a : $M_x = -Hx$

„ „ „ $(h - a)$: $M_x = Pc - Hx$

$$M_B = M_C = Pc - Hh.$$

Moment im Riegel wird positiv für $a > 0,577 h \left(= \frac{h}{\sqrt{3}} \right)$

„ „ „ „ null „ $a = 0,577 h$

„ „ „ „ negativ „ $a < 0,577 h$.

Fortsetzung.

II. Zweistielige Rahmen

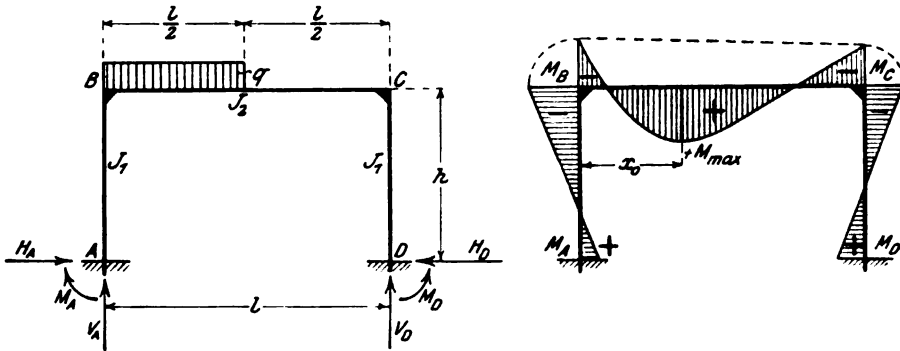
mit senkrechten Ständern und mit wagerechtem Querriegel.

c. Eingespannte Rahmen.

13 Fälle.

Eingespannter zweistieliger Rahmen mit senkrechten Ständern und mit wagerechtem Querriegel.

Senkrechte, gleichmäßig verteilte, teilweise Streckenbelastung bis zur Mitte des Querriegels.



$$V_A = \frac{ql}{32} \cdot \frac{13 + 72k}{1 + 6k} = \frac{ql}{2} - V_D$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{h}{l}$$

$$V_D = \frac{3ql}{32} \cdot \frac{1 + 8k}{1 + 6k}$$

$$H_A = H_D = \frac{ql^2}{8h(2 + k)}$$

$$M_A = \frac{ql^2}{192} \cdot \frac{2 + 45k}{(2 + k)(1 + 6k)}$$

$$M_D = \frac{ql^2}{192} \cdot \frac{14 + 51k}{(2 + k)(1 + 6k)}$$

$$M_B = M_A - H_A h$$

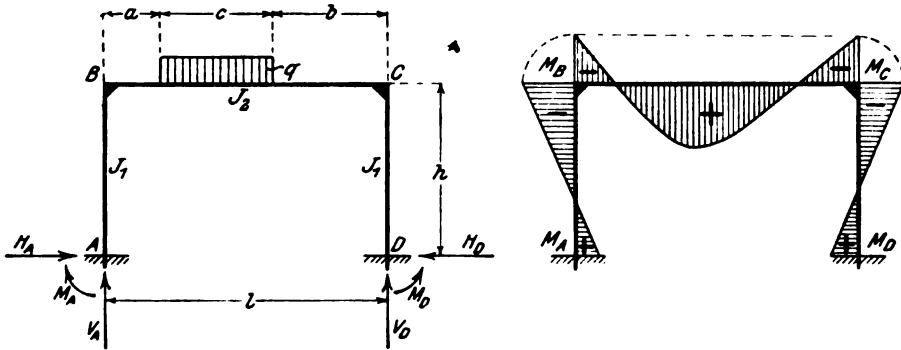
$$M_C = M_D - H_A h$$

Maximalmoment des Querriegels im Abstand x_0 von B:

$$x_0 = \frac{13 + 72k}{1 + 6k} \cdot \frac{l}{32} = \frac{V_A}{q}$$

Eingespannter zweistieliger Rahmen mit senkrechten Ständern und mit wagerechtem Querriegel.

Senkrechte, gleichmäßig verteilte, teilweise Streckenbelastung des Querriegels in beliebiger Lage.



$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{h}{l}$$

$$V_A = \frac{qc}{l^3(1+6k)} \left[3abc + b^2(3l-2b) + c^2 \left(l + b - \frac{c}{2} \right) + 3l^2(2b+c)k \right]$$

$$V_D = qc - V_A$$

$$H_A = H_D = \frac{qc}{4hl(2+k)} (6ab + 3cl - 2c^2)$$

$$M_A = \frac{q}{4l^2(2+k)(1+6k)} \left[6abcl + 4a^2c^2 + 8ab^2c + \frac{10}{3} \cdot c^3l - c^2l^2 - 2c^4 \right. \\ \left. + (14abcl + 2a^2c^2 - 4ab^2c - 2c^3l + 5c^2l^2 - c^4)k \right]$$

$$M_D = \frac{q}{4l^2(2+k)(1+6k)} \left[6abcl + 4b^2c^2 + 8a^2bc + \frac{10}{3} \cdot c^3l - c^2l^2 - 2c^4 \right. \\ \left. + (14abcl + 2b^2c^2 - 4a^2bc - 2c^3l + 5c^2l^2 - c^4)k \right]$$

$$M_B = M_A - H_A h$$

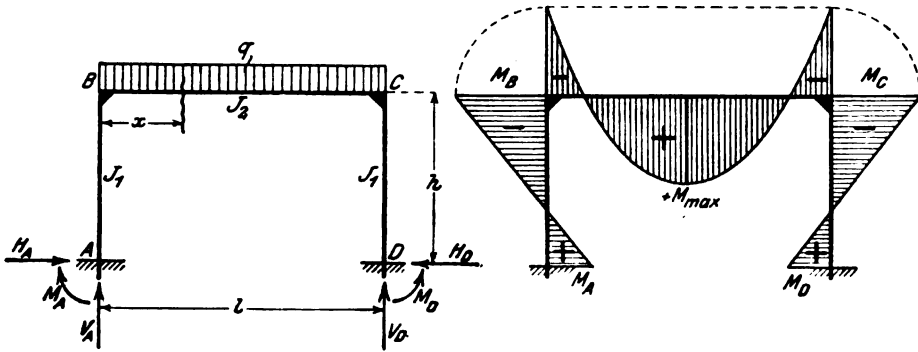
$$M_C = M_D - H_A h.$$

1900

62

Eingespannter zweistieliger Rahmen mit senkrechten Ständern und mit wagerechtem Querriegel.

Senkrechte, gleichmäßig verteilte Belastung des Querriegels auf die ganze Länge.



$$V_A = V_D = \frac{ql}{2}$$

$$k = \frac{J_3}{J_1} \cdot \frac{h}{l}$$

$$H_A = H_D = \frac{ql^2}{4h(2+k)}$$

$$M_A = M_D = \frac{ql^2}{12(2+k)}$$

$$M_B = M_C = -\frac{ql^2}{6(2+k)}$$

Moment an einer beliebigen Stelle des Querriegels im Abstand x von B :

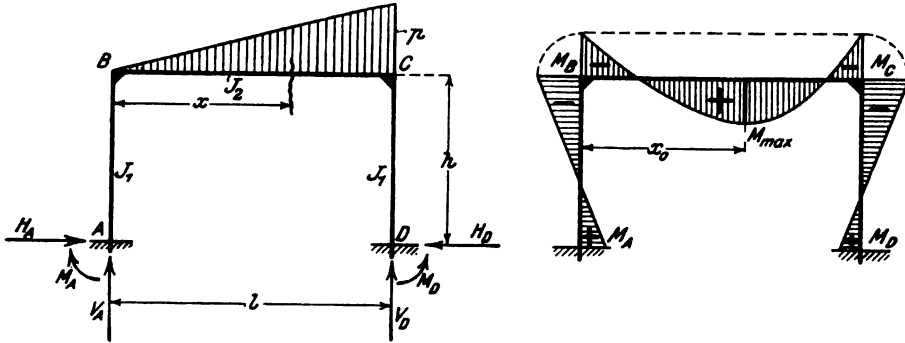
$$M_x = \frac{qx}{2}(l-x) - \frac{ql^2}{6(2+k)}$$

Maximalmoment im Querriegel:

$$+M_{\max} = \frac{ql^2}{8} - \frac{ql^2}{6(2+k)} = \frac{ql^2}{24} \cdot \frac{2+3k}{2+k}$$

Eingespannter zweistieliger Rahmen mit senkrechten Ständern und mit wagerechtem Querriegel.

Senkrechte, einseitig ansteigende Dreieckbelastung des Querriegels auf dessen ganze Länge.



$$V_A = \frac{p l}{20} \cdot \frac{3 + 20 k}{1 + 6 k}$$

$$V_D = \frac{p l}{20} \cdot \frac{7 + 40 k}{1 + 6 k}$$

$$H_A = H_D = \frac{p l^2}{8 h (2 + k)}$$

$$M_A = \frac{p l^2}{120} \cdot \frac{7 + 31 k}{(2 + k)(1 + 6 k)}$$

$$M_D = \frac{p l^2}{120} \cdot \frac{3 + 29 k}{(2 + k)(1 + 6 k)}$$

$$M_B = M_A - H_A h$$

$$M_C = M_D - H_A h$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{h}{l}$$

Moment an einer beliebigen Stelle des Querriegels im Abstand x von B :

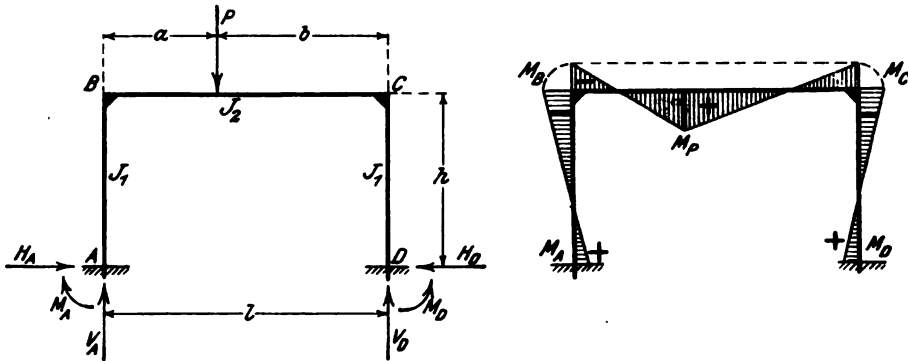
$$M_x = M_B + V_A x - \frac{p x^3}{6 l}$$

Maximalmoment des Querriegels im Abstand x_0 von B :

$$x_0 = l \sqrt{\frac{0,3 + 2 k}{1 + 6 k}}$$

Eingespannter zweistieliger Rahmen mit senkrechten Ständern und mit wagerechtem Querriegel.

Senkrechte Einzellast an beliebiger Stelle des Querriegels.



$$V_A = \frac{Pb}{l} \cdot \frac{1 + \delta - 2\delta^2 + 6k}{1 + 6k}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{h}{l}$$

$$V_D = \frac{Pa}{l} \cdot \frac{3\delta - 2\delta^2 + 6k}{1 + 6k}$$

$$\delta = \frac{a}{l}$$

$$H_A = H_D = \frac{3Pab}{2hl(2+k)}$$

$$M_A = \frac{abP}{2l} \cdot \frac{5k - 1 + 2\delta(2+k)}{(2+k)(1+6k)}$$

$$M_D = \frac{abP}{2l} \cdot \frac{3 + 7k - 2\delta(2+k)}{(2+k)(1+6k)}$$

$$M_B = M_A - H_A h$$

$$M_C = M_D - H_A h$$

$$M_P = M_A - H_A h + V_A a.$$

1. The first step is to identify the problem.

2.

3. The next step is to analyze the problem.

4. The third step is to develop a solution.

5. The final step is to implement the solution.

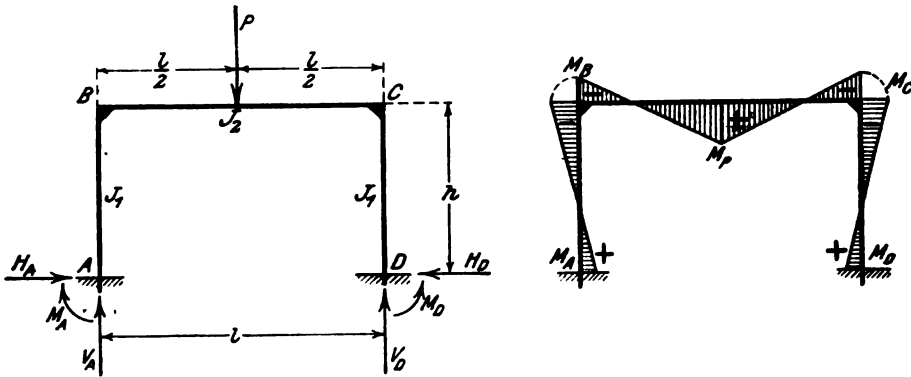
6.

7.

8.

Eingespannter zweistieliger Rahmen mit senkrechten Ständern und mit wagerechtem Querriegel.

Senkrechte Einzellast in der Mitte des Querriegels.



$$V_A = V_D = \frac{P}{2}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{h}{l}$$

$$H_A = H_D = \frac{3Pl}{8h(2+k)}$$

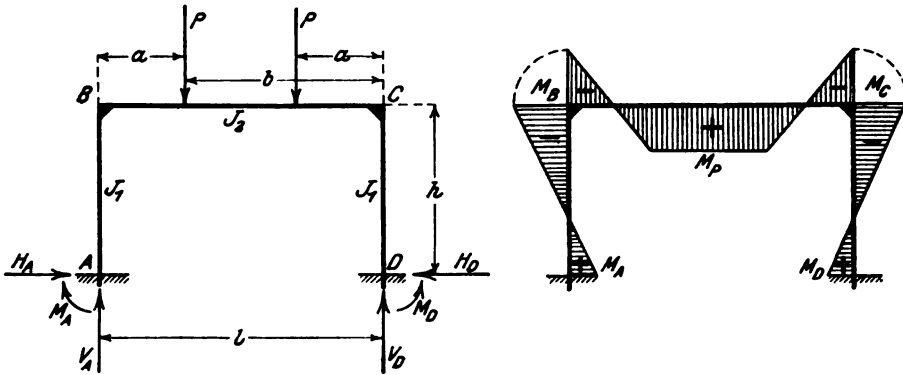
$$M_A = M_D = \frac{Pl}{8(2+k)} = H_A \cdot \frac{h}{3}$$

$$M_B = M_C = -\frac{Pl}{4(2+k)} = -H_A \cdot \frac{2h}{3}$$

$$M_P = \frac{Pl}{4} + M_B = \frac{Pl}{4} \cdot \frac{1+k}{2+k}$$

Eingespannter zweistieliger Rahmen mit senkrechten Ständern und mit wagerechtem Querriegel.

Zwei senkrechte Einzellasten symmetrisch zur Mitte des Querriegels.



$$V_A = V_D = P$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{h}{l}$$

$$H_A = H_D = \frac{3 P a b}{h l (2 + k)}$$

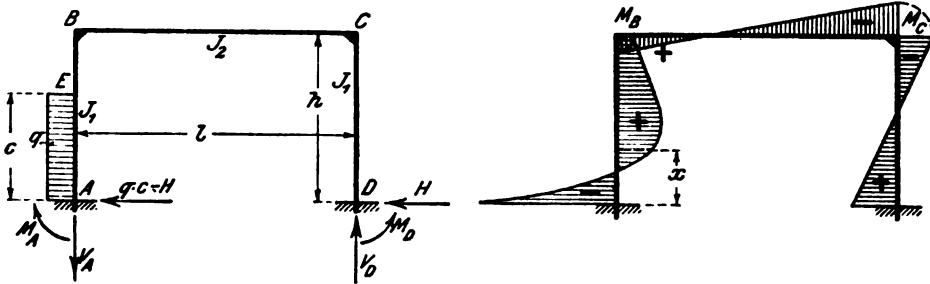
$$M_A = M_D = \frac{P a b}{l (2 + k)} = H_A \cdot \frac{h}{3}$$

$$M_B = M_C = - \frac{2 P a b}{l (2 + k)} = - H_A \cdot \frac{2 h}{3}$$

$$M_P = P a + M_B.$$

Eingespannter zweistieliger Rahmen mit senkrechten Ständern und mit wagerechtem Querriegel.

Wagerechte, gleichmäßig verteilte teilweise Streckenbelastung
am unteren Ende eines Ständers.



$$V_A = V_D = \frac{q c^2 \delta k}{l(1 + 6k)}$$

$$\delta = \frac{c}{h}$$

$$H = \frac{q c \delta^2}{8} \cdot \frac{4(1 + k) - \delta(1 + 2k)}{2 + k}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{h}{l}$$

Momente:

$$M_A = - \frac{q c^2 \delta}{24} \left[\frac{12}{\delta} - \frac{4(3 + 2k) - 3\delta(1 + k)}{2 + k} - \frac{12k}{1 + 6k} \right]$$

$$M_D = + \frac{q c^2 \delta}{24} \left[+ \frac{4(3 + 2k) - 3\delta(1 + k)}{2 + k} - \frac{12k}{1 + 6k} \right]$$

Moment an einer beliebigen Stelle der Strecke AE im Abstand x von A:

$$M_x = M_A + (q c - H)x - \frac{q x^2}{2}$$

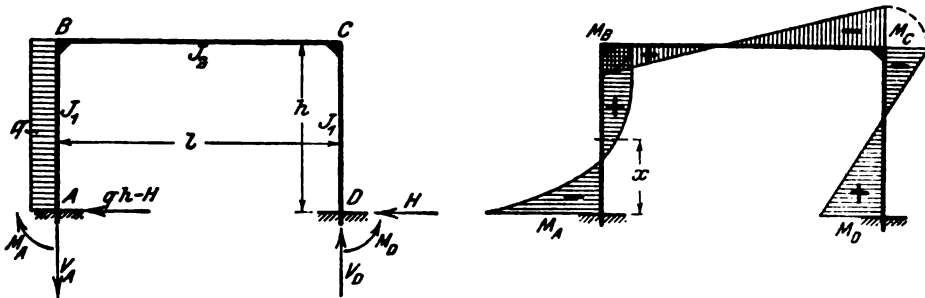
$$M_E = M_A - H c + \frac{q c^2}{2}$$

$$M_B = M_A - H h + \frac{q c^2}{2}$$

$$M_C = M_D - H h.$$

Eingespannter zweistieliger Rahmen mit senkrechten Ständern und mit wagerechtem Querriegel.

Wagerechte, gleichmäßig verteilte Belastung eines Ständers auf dessen ganze Höhe.



$$V_A = V_D = \frac{q h^2 k}{l(1 + 6k)}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{h}{l}$$

$$H = \frac{q h}{8} \cdot \frac{3 + 2k}{2 + k}$$

Momente:

$$M_A = -\frac{q h^2}{24} \left(12 - \frac{9 + 5k}{2 + k} - \frac{12k}{1 + 6k} \right)$$

$$M_D = +\frac{q h^2}{24} \left(+\frac{9 + 5k}{2 + k} - \frac{12k}{1 + 6k} \right)$$

Moment an einer beliebigen Stelle des Ständers AB im Abstand x von A:

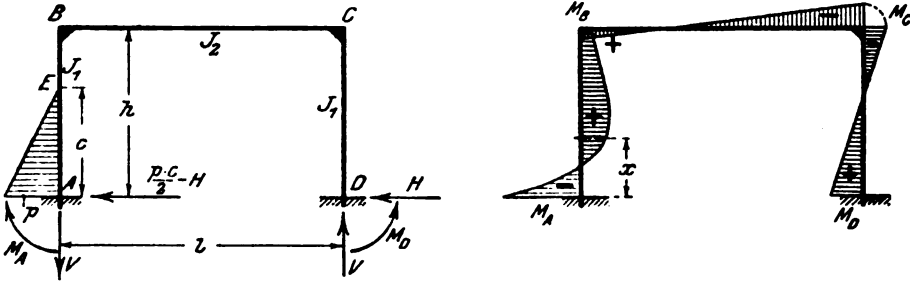
$$M_x = M_A + (q h - H)x - \frac{q x^2}{2}$$

$$M_B = M_A - H h + \frac{q h^2}{2}$$

$$M_C = M_D - H h.$$

Eingespannter zweistieliger Rahmen mit senkrechten Ständern und mit wagerechtem Querriegel.

Wagerechte, teilweise Dreieckbelastung am unteren Ende eines Ständers mit Maximum an der Einspannungsstelle.



$$V = \frac{p k c^2 \delta}{4 l (1 + 6 k)}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{h}{l}$$

$$H = \frac{p c \delta^2}{40} \cdot \frac{5 (1 + k) - \delta (1 + 2 k)}{2 + k}$$

$$\delta = \frac{c}{h}$$

Momente:

$$M_A = - \frac{p c^2 \delta}{120} \left[\frac{20}{\delta} - \frac{5 (3 + 2 k) - 3 \delta (1 + k)}{2 + k} - \frac{15 k}{1 + 6 k} \right]$$

$$M_D = + \frac{p c^2 \delta}{120} \left[+ \frac{5 (3 + 2 k) - 3 \delta (1 + k)}{2 + k} - \frac{15 k}{1 + 6 k} \right]$$

für AE (x von A aus gemessen):

$$M_x = M_A + \left(\frac{p c}{2} - H \right) x - \frac{p x^2}{6 c} (3 c - x)$$

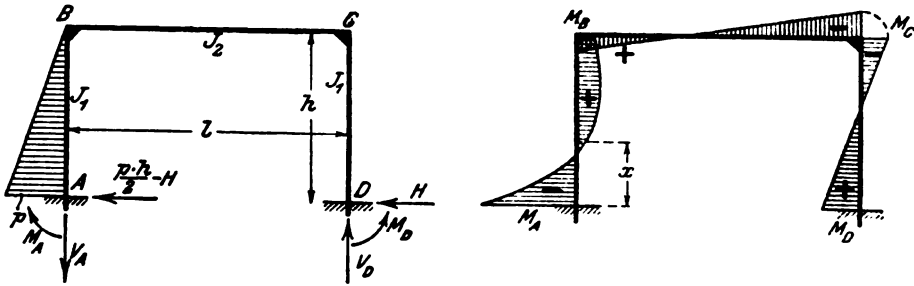
$$M_E = M_A - H c + \frac{p c^2}{6}$$

$$M_B = M_A - H h + \frac{p c^2}{6}$$

$$M_C = M_D - H h.$$

Eingespannter zweistieliger Rahmen mit senkrechten Ständern und mit wagerechtem Querriegel.

Wagerechte Dreieckbelastung auf die ganze Höhe eines Ständers mit Maximum an der Einspannungsstelle.



$$V_A = V_D = \frac{p k h^2}{4 l (1 + 6 k)}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{h}{l}$$

$$H = \frac{p h}{40} \cdot \frac{1 + 3 k}{2 + k}$$

Momente:

$$M_A = - \frac{p h^2}{120} \left(20 - \frac{12 + 7 k}{2 + k} - \frac{15 k}{1 + 6 k} \right)$$

$$M_D = + \frac{p h^2}{120} \left(+ \frac{12 + 7 k}{2 + k} - \frac{15 k}{1 + 6 k} \right)$$

für AB (x von A aus gemessen):

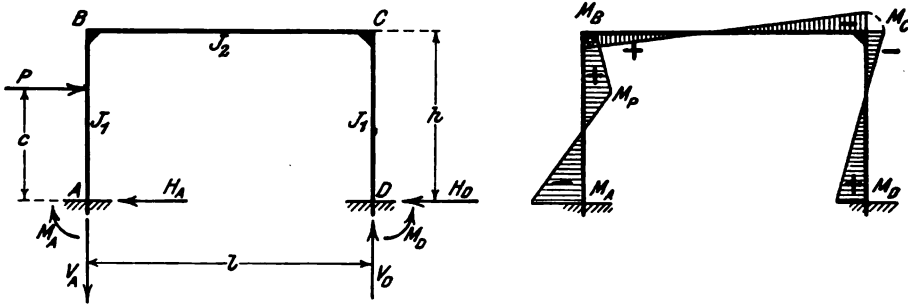
$$M_x = M_A + \left(\frac{p h}{2} - H \right) x - \frac{p x^2}{6 h} (3 h - x)$$

$$M_B = M_A - H h + \frac{p h^2}{6}$$

$$M_C = M_D - H h.$$

Eingespannter zweistieliger Rahmen mit senkrechten Ständern und mit wagerechtem Querriegel.

Wagerechte Einzellast an beliebiger Stelle eines Ständers.



$$V_A = V_D = \frac{3 P c \delta k}{l(1 + 6k)}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{h}{l}; \quad \delta = \frac{c}{h}$$

$$H_A = P - H_D$$

$$H_D = \frac{P \delta^2}{2(2+k)} [3(1+k) - \delta(1+2k)]$$

$$M_A = - \frac{P c \delta}{2} \left[\frac{2}{\delta} - \frac{3+2k-\delta(1+k)}{2+k} - \frac{3k}{1+6k} \right]$$

$$M_D = + \frac{P c \delta}{2} \left[\frac{3+2k-\delta(1+k)}{2+k} - \frac{3k}{1+6k} \right]$$

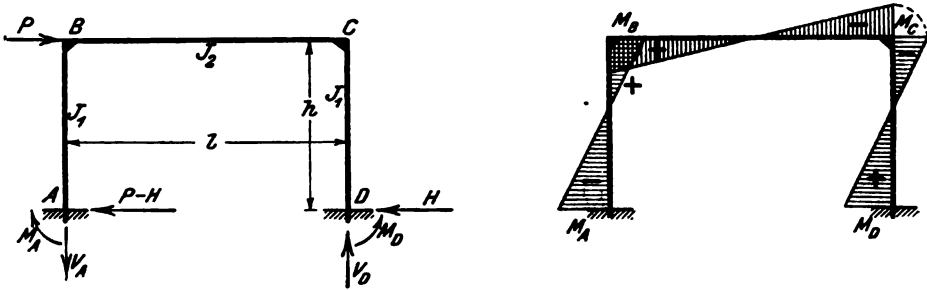
$$M_B = M_A - H_D h + P c$$

$$M_C = M_D - H_D h$$

$$M_P = M_A + H_A c.$$

Eingespannter zweistieliger Rahmen mit senkrechten Ständern und mit wagerechtem Querriegel.

Wagerechte Einzellast in einer Rahmenecke.



$$V_A = V_D = \frac{3 P h k}{l(1 + 6 k)}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{h}{l}$$

$$H = \frac{P}{2}.$$

Momente:

$$M_A = - \frac{P h}{2} \cdot \frac{1 + 3 k}{1 + 6 k}$$

$$M_D = + \frac{P h}{2} \cdot \frac{1 + 3 k}{1 + 6 k}$$

$$M_B = + \frac{P h}{2} \cdot \frac{3 k}{1 + 6 k}$$

$$M_C = - \frac{P h}{2} \cdot \frac{3 k}{1 + 6 k}.$$

III.

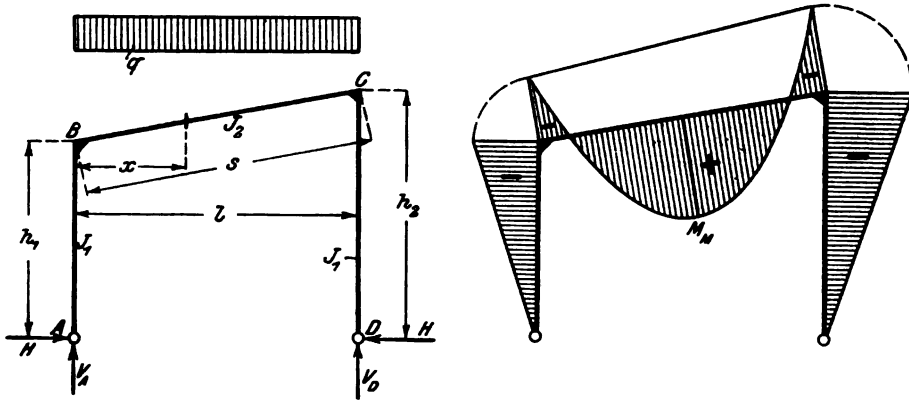
Zweistielige Zweigelenkrahmen

**mit senkrechten Ständern
und einseitig geneigtem Querriegel.**

9 Fälle.

Zweistieliger Zweigelenkrahmen mit senkrechten Ständern und einseitig geneigtem Querriegel.

Senkrechte, gleichmäßig verteilte Belastung des Querriegels auf dessen ganze Länge.



$$h_2 = n h_1; \quad k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{h_1}{s}$$

$$V_A = V_D = \frac{ql}{2}$$

$$H = \frac{ql^2}{8h_1} \cdot \frac{1+n}{k(1+n^3) + 1 + n + n^2}$$

$$M_B = -Hh_1$$

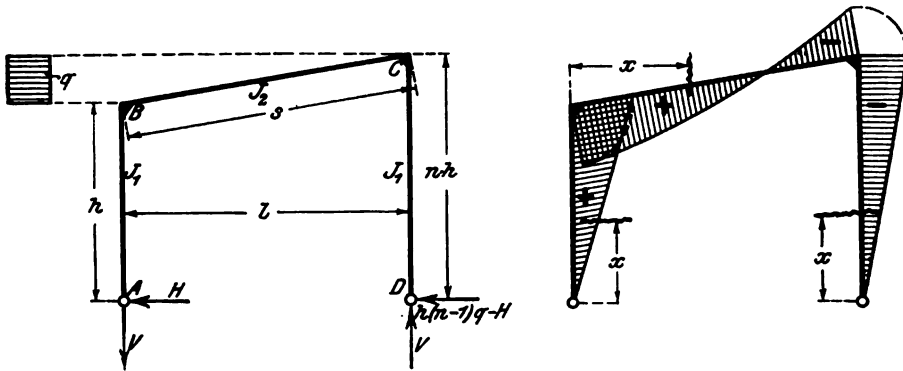
$$M_C = -Hh_2 = -nHh_1.$$

Moment an einer beliebigen Stelle des Querriegels im Abstand x von B :

$$M_x = M_0 - H(h_1 + y) = M_0 - H \left[h_1 + \frac{x}{l} (h_2 - h_1) \right].$$

Zweistieliger Zweigelenkrahmen mit senkrechten Ständern und einseitig geneigtem Querriegel.

Wagerechte, gleichmäßig verteilte Belastung des Querriegels auf dessen ganze Länge.



$$V = \frac{q h^2 (n^2 - 1)}{2 l}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{h}{s}$$

$$H = \frac{q h (n - 1) (24 k n^3 + 3 + 12 n + 21 n^2)}{24 [k (1 + n^3) + 1 + n + n^2]}.$$

Moment an einer beliebigen Stelle des Ständers AB im Abstand x von A:

$$M_x = + H x$$

$$M_B = + H h.$$

Moment an einer beliebigen Stelle des Querriegels BC im Abstand x von B

$$M_x = + H h \left(1 + \frac{n-1}{l} \cdot x \right) - V x - \frac{q h^2 (n-1)^2}{2 l^2} \cdot x^2$$

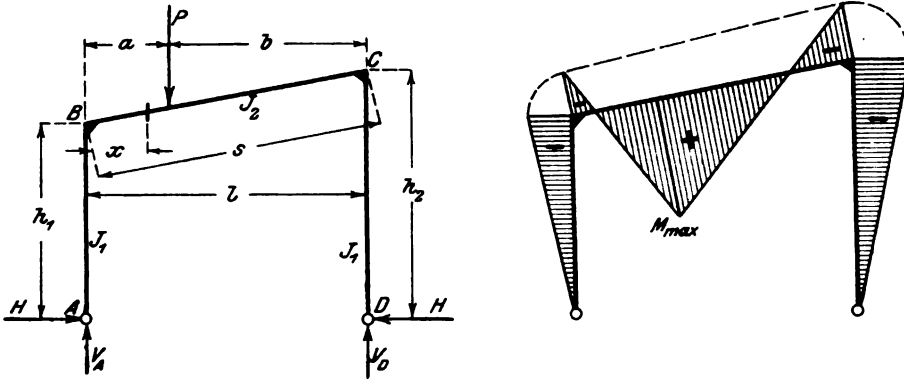
$$M_C = - [h (n - 1) q - H] n h.$$

Moment an einer beliebigen Stelle des Ständers CD im Abstand x von D:

$$M_x = - [h (n - 1) q - H] x.$$

Zweistieliger Zweigelenkrahmen mit senkrechten Ständern und einseitig geneigtem Querriegel.

Senkrechte Einzellast an beliebiger Stelle des Querriegels.



$$h_2 = n h_1; \quad k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{h_1}{s}$$

$$V_A = \frac{Pb}{l}; \quad V_D = \frac{Pa}{l}$$

$$H = \frac{Pab}{2l^2h_1} \cdot \frac{l(2+n) + a(n-1)}{k(1+n^3) + 1 + n + n^2}$$

$$M_B = -Hh_1$$

$$M_C = -Hh_2 = -nHh_1.$$

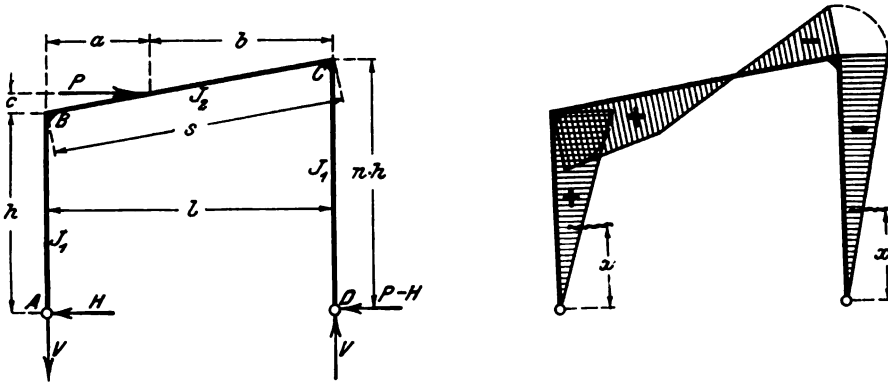
Moment an einer beliebigen Stelle des Querriegels im Abstand x von B:

$$M_x = M_0 - H(h_1 + y) = M_0 - H \left[h_1 + \frac{x}{l} (h_2 - h_1) \right]$$

$$+ M_{\max} = \frac{Pab}{l} - H \left[h_1 + \frac{a}{l} (h_2 - h_1) \right].$$

Zweistieliger Zweigelenkrahmen mit senkrechten Ständern und einseitig geneigtem Querriegel.

Wagerechte Einzellast an beliebiger Stelle des Querriegels.



$$V = \frac{P(h+c)}{l}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{h}{s}$$

$$H = \frac{P \left[2kn^3h + (c+h)(1+2n) - \frac{bh}{l}(1+n-2n^2) - \frac{bc}{l} \left(2+n+\frac{c}{h} \right) \right]}{2h[k(1+n^3) + 1+n+n^2]}$$

Moment an einer beliebigen Stelle des Ständers AB im Abstand x von A:

$$M_x = + Hx$$

$$M_B = + Hh$$

$$M_P = H(h+c) - Va$$

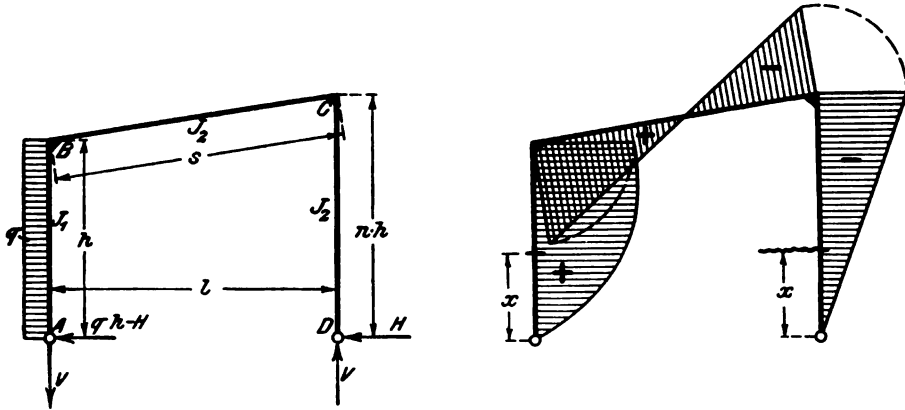
$$M_C = - (P-H)nh.$$

Moment an einer beliebigen Stelle des Ständers CD im Abstand x von D:

$$M_x = - (P-H)x.$$

Zweistieliger Zweigelenkrahmen mit senkrechten Ständern und einseitig geneigtem Querriegel.

Wagerechte, gleichmäßig verteilte Belastung des kürzeren Ständers.



$$V = \frac{q h^2}{2 l}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{h}{s}$$

$$H = \frac{q h}{8} \cdot \frac{5 k + 4 + 2 n}{k(1 + n^3) + 1 + n + n^2}.$$

Moment an einer beliebigen Stelle des Ständers AB im Abstand x von A:

$$M_x = (q h - H) x - \frac{q x^2}{2}$$

$$M_B = (q h - H) h - \frac{q h^2}{2}$$

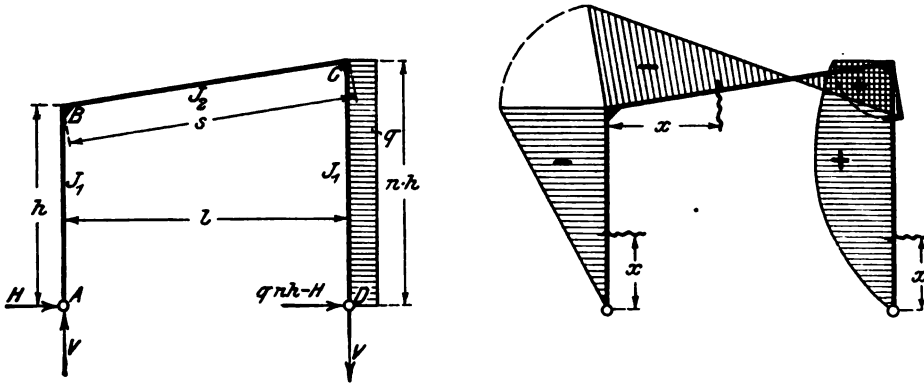
$$M_C = -H n h.$$

Moment an einer beliebigen Stelle des Ständers CD im Abstand x von D:

$$M_x = -H x.$$

Zweistieliger Zweigelenrahmen mit senkrechten Ständern und einseitig geneigtem Querriegel.

Wagerechte, gleichmäßig verteilte Belastung des längeren Ständers.



$$V = \frac{qn^2h^2}{2l}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{h}{s}$$

$$H = \frac{qn^2h}{8} \cdot \frac{5n^2k + 2(1 + 2n)}{k(1 + n^2) + 1 + n + n^2}$$

Moment an einer beliebigen Stelle des Ständers AB im Abstand x von A:

$$M_x = -Hx$$

$$M_B = -Hh.$$

Moment an einer beliebigen Stelle des Querriegels im Abstand x von B:

$$M_x = Vx - H \left[h + \frac{h(n-1)}{l} \cdot x \right]$$

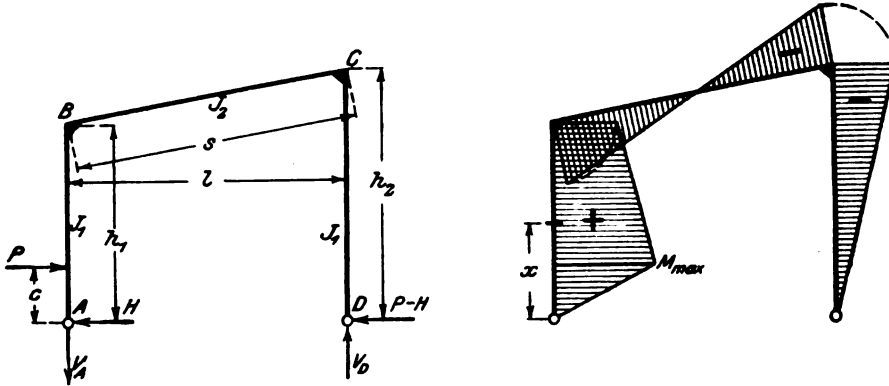
$$M_C = Vl - Hnh.$$

Moment an einer beliebigen Stelle des Ständers CD im Abstand x von D:

$$M_x = (qn h - H) \cdot x - \frac{qx^2}{2}.$$

**Zweistieliger Zweigelenkrahmen mit senkrechten
Ständern und einseitig geneigtem Querriegel.**

Wagerechte Einzellast an beliebiger Stelle des kürzeren Ständers.



$$h_2 = nh_1; \quad k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{h_1}{s}$$

$$V_A = V_D = \frac{Pc}{l}$$

$$H = \frac{P}{h_1^3} \cdot \frac{k \left[h_1^3 (1 + n^3) + \frac{c}{2} (c^2 - 3h_1^3) \right] + h_1^3 (1 + n + n^2) - \frac{c h_1^3}{2} (2 + n)}{k (1 + n^3) + 1 + n + n^2}.$$

Momente im Ständer

für die Strecke c : $M_x = Hx$

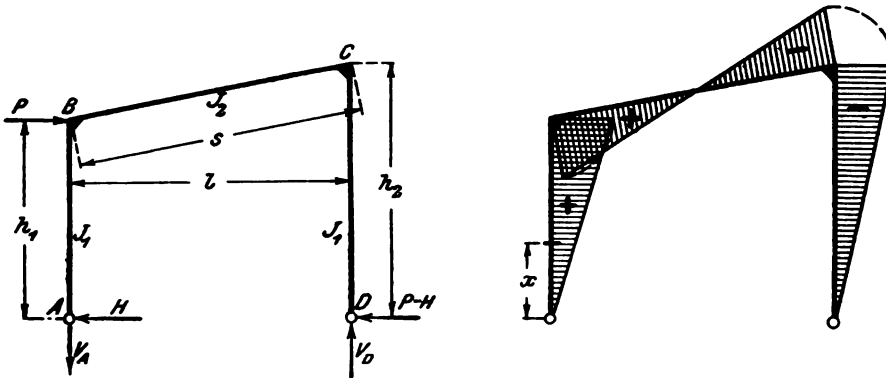
$$,, \quad ,, \quad (h-c): M_x = Hx - P(x - c)$$

Eckmoment: $M_B = Hh_1 - P(h_1 - c)$

$$,, \quad : M_C = -(P - H) h_2.$$

Zweistieliger Zweigelenrahmen mit senkrechten Ständern und einseitig geneigtem Querriegel.

Wagerechte Einzellast an der stumpfwinkligen Rahmenecke.



$$h_2 = n h_1: \quad k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{h_1}{s}$$

$$V_A = V_D = -\frac{Ph}{l}$$

$$H = \frac{P}{2} \cdot \frac{2n^3 k + 2n^2 + n}{k(1 + n^3) + 1 + n + n^2}.$$

Moment für den Stiel AB im Abstand x von A :

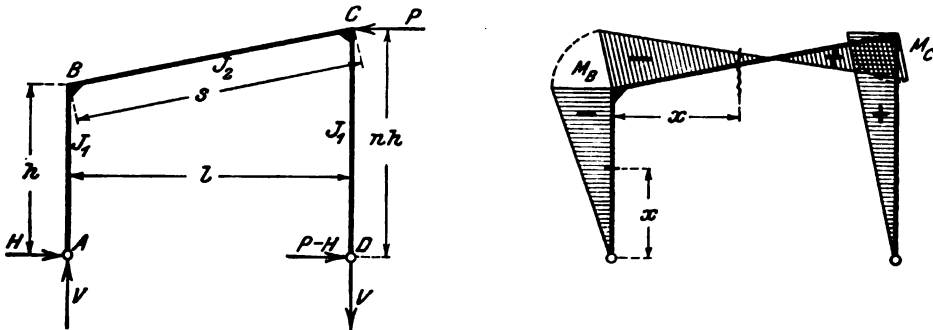
$$M_x = Hx.$$

$$\text{Eckmoment: } M_B = Hh_1$$

$$,, \quad M_C = -(P - H)h_2.$$

Zweistieliger Zweigelenkrahmen mit senkrechten Ständern und einseitig geneigtem Querriegel.

Wagerechte Einzellast an der spitzwinkligen Rahmenecke.



$$V = \frac{Phn}{l}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{h}{s}$$

$$H = \frac{Pn}{2} \cdot \frac{2kn^2 + 1 + 2n}{k(1 + n^3) + 1 + n + n^2}$$

Momente:

für AB (x von A aus gemessen):

$$M_x = -Hx$$

$$M_B = -Hh$$

für BC (x von B aus gemessen):

$$M_x = Vx - H \left[h + \frac{h(n-1)}{l} \cdot x \right]$$

$$M_C = (P-H)hn$$

für CD (x von D aus gemessen):

$$M_x = (P-H)x.$$

IV.

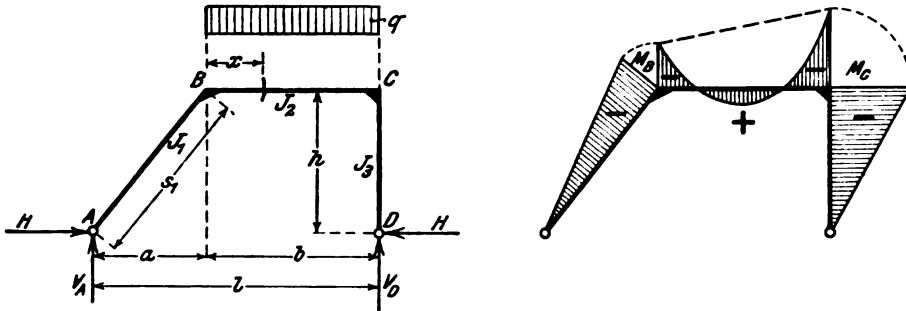
Zweistielige Zweigelenkrahmen

**mit einem senkrechten und einem geneigten Ständer
sowie mit wagerechtem Querriegel.**

12 Fälle.

Zweistieliger Zweigelenkrahmen mit einem senkrechten und einem geneigten Ständer sowie mit wagerechtem Querriegel.

Senkrechte, gleichmäßig verteilte Belastung des Querriegels.



$$V_A = \frac{q b^2}{2 l}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{s_1}{b}; \quad k_1 = \frac{J_2}{J_3} \cdot \frac{h}{b}$$

$$V_D = \frac{q b}{2 l} (2 a + b)$$

$$H = \frac{q b^2}{4 l h} \cdot \frac{l + 3 a + 2 a k}{3 + k + k_1}$$

Momente:

$$M_B = V_A a - H h$$

für BC (x von B aus gemessen):

$$M_x = V_A (a + x) - H h - \frac{q x^2}{2}$$

$$M_C = - H h.$$

Normalkräfte:

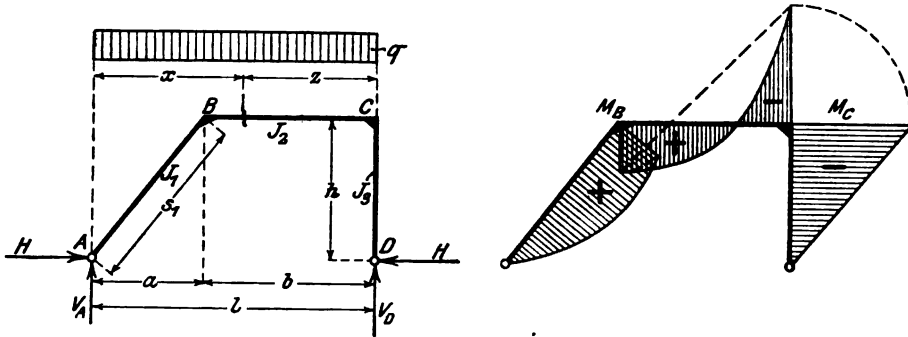
$$\text{für } AB: \quad N = V_A \cdot \frac{h}{s_1} + H \cdot \frac{a}{s_1}$$

$$,, \quad BC: \quad N = H$$

$$,, \quad CD: \quad N = V_D.$$

Zweistieliger Zweigelenkrahmen mit einem senkrechten und einem geneigten Ständer sowie mit wagerechtem Querriegel.

Senkrechte, gleichmäßig verteilte Belastung des Querriegels
und des geneigten Ständers.



$$V_A = V_D = \frac{q l}{2}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{s_1}{b}; \quad k_1 = \frac{J_2}{J_3} \cdot \frac{h}{b}$$

$$H = \frac{q}{8h} \cdot \frac{2b(3a+b) + a(a+4b)k}{3+k+k_1}$$

Momente:

für AB (x von A, z von C aus gemessen):

$$M_x = \frac{q x z}{2} - H \cdot \frac{h x}{a}$$

$$M_B = \frac{q a b}{2} - H h$$

für BC (x von A, z von C aus gemessen):

$$M_x = \frac{q x z}{2} - H h$$

$$M_C = -H h.$$

Normalkräfte:

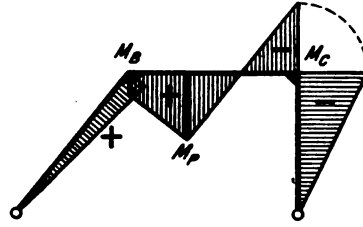
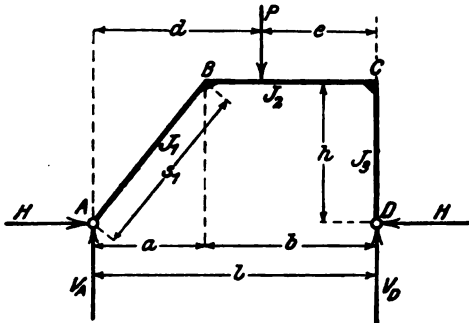
$$\text{für AB: } N_x = q \left(\frac{l}{2} - x \right) \cdot \frac{h}{s_1} + H \cdot \frac{a}{s_1}$$

$$\text{„ BC: } N = H$$

$$\text{„ CD: } N = \frac{q l}{2}.$$

**Zweistieliger Zweigelenkrahmen
mit einem senkrechten und einem geneigten Ständer
sowie mit wagerechtem Querriegel.**

Senkrechte Einzellast an beliebiger Stelle des Querriegels.



$$V_A = P \cdot \frac{e}{l}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{s_1}{b}; \quad k_1 = \frac{J_2}{J_3} \cdot \frac{h}{b}$$

$$V_D = P \cdot \frac{d}{l}$$

$$H = \frac{P}{2 h b l} \cdot \frac{3 e (d l - a^2) + 2 a b e k}{3 + k + k_1}.$$

Momente:

$$M_B = V_A a - H h$$

$$M_P = V_A d - H h$$

$$M_C = - H h.$$

Normalkräfte:

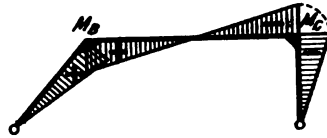
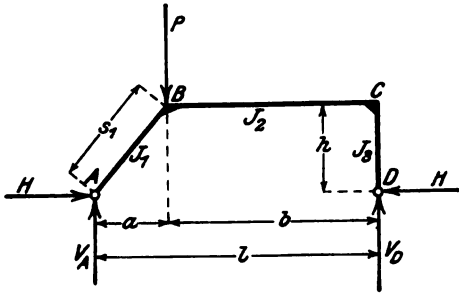
$$\text{für } AB: \quad N = V_A \cdot \frac{h}{s_1} + H \cdot \frac{a}{s_1}$$

$$\text{„ } BC: \quad N = H$$

$$\text{„ } CD: \quad N = V_D.$$

Zweistieliger Zweigelenkrahmen mit einem senkrechten und einem geneigten Ständer sowie mit wagerechtem Querriegel.

Senkrechte Einzellast an der stumpfen Rahmenecke.



$$V_A = P \cdot \frac{b}{l}$$

$$V_D = P \cdot \frac{a}{l}$$

$$H = \frac{Pab}{2lh} \cdot \frac{3 + 2k}{3 + k + k_1}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{s_1}{b}$$

$$k_1 = \frac{J_2}{J_3} \cdot \frac{h}{b}$$

Momente:

in der Rahmenecke B:

$$M_B = V_A a - Hh$$

in der Rahmenecke C:

$$M_C = -Hh.$$

Normalkräfte:

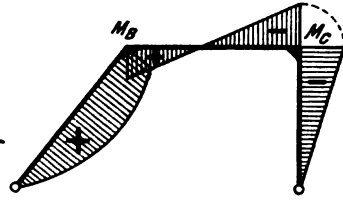
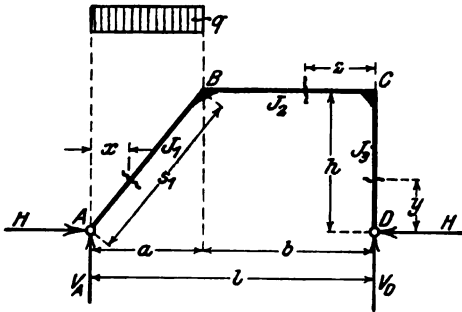
$$\text{für } AB: N = V_A \cdot \frac{h}{s_1} + H \cdot \frac{a}{s_1}$$

$$\text{„ } BC: N = H$$

$$\text{„ } CD: N = V_D.$$

Zweistieliger Zweigelenkrahmen mit einem senkrechten und einem geneigten Ständer sowie mit wagerechtem Querriegel

Senkrechte, gleichmäßig verteilte Belastung des geneigten Ständers.



$$V_A = \frac{qa}{2l} (l + b)$$

$$V_D = \frac{qa^2}{2l}$$

$$H = \frac{qa^2}{8lh} \cdot \frac{6b + (l + 4b)k}{3 + k + k_1}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{s_1}{b}$$

$$k_1 = \frac{J_2}{J_3} \cdot \frac{h}{b}$$

Momente:

für AB (Abszisse x von A aus gemessen):

$$M_x = V_A x - H \cdot \frac{hx}{a} - \frac{qx^2}{2}$$

$$M_B = V_D b - Hh$$

für BC (Abszisse z von D aus gemessen):

$$M_z = V_D z - Hh$$

$$M_C = -Hh$$

für CD (Ordinate y von D aus gemessen):

$$M_y = -Hy.$$

Normalkräfte:

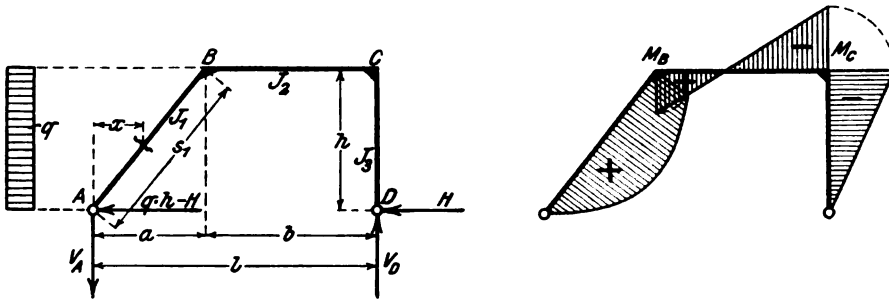
$$\text{für AB: } N_x = (V_A - qx) \frac{h}{s_1} + H \cdot \frac{a}{s_1}$$

$$\text{„ BC: } N = H$$

$$\text{„ CD: } N = V_D.$$

Zweistieliger Zweigelenkrahmen mit einem senkrechten und einem geneigten Ständer sowie mit wagerechtem Querriegel.

Wagerechte, gleichmäßig verteilte Belastung des geneigten Ständers.



$$V_A = V_D = \frac{qh^2}{2l}$$

$$H = \frac{qh}{8l} \cdot \frac{6b + (l + 4b)k}{3 + k + k_1}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{s_1}{b}$$

$$k_1 = \frac{J_2}{J_3} \cdot \frac{h}{b}$$

Momente:

für AB (Abszisse x von A aus gemessen):

$$M_x = (qh - H) \frac{hx}{a} - V_A x - \frac{qh^2 x^2}{2a^2}$$

$$M_B = V_D b - Hh$$

$$M_C = -Hh.$$

Normalkräfte:

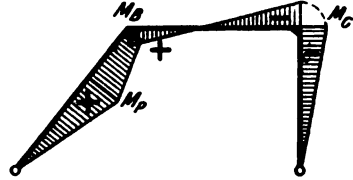
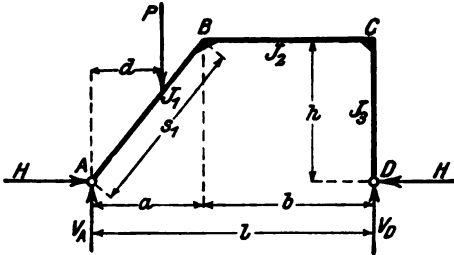
$$\text{für AB: } N = -V_A \cdot \frac{h}{s_1} - \left(qh - H - \frac{qh x}{a} \right) \frac{a}{s_1}$$

$$\text{„ BC: } N = H$$

$$\text{„ CD: } N = V_D.$$

Zweistieliger Zweigelenkrahmen mit einem senkrechten und einem geneigten Ständer sowie mit wagerechtem Querriegel.

Senkrechte Einzellast an beliebiger Stelle des geneigten Ständers.



$$V_A = P \cdot \frac{l-d}{l}$$

$$V_D = P \cdot \frac{d}{l}$$

$$H = \frac{P d}{2 l h} \cdot \frac{3 b + (3 l - l \delta^2 - 2 a) k}{3 + k + k_1}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{s_1}{b}$$

$$k_1 = \frac{J_2}{J_3} \cdot \frac{h}{b}$$

$$\delta = \frac{d}{a}$$

Momente:

unter der Einzellast:

$$M_P = V_A d - H \cdot \frac{h d}{a}$$

in der Rahmenecke B:

$$M_B = V_D b - H h$$

in der Rahmenecke C:

$$M_C = -H h.$$

Normalkräfte:

$$\text{für } AP: \quad N = V_A \cdot \frac{h}{s_1} + H \cdot \frac{a}{s_1}$$

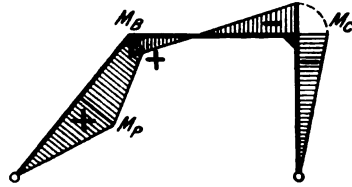
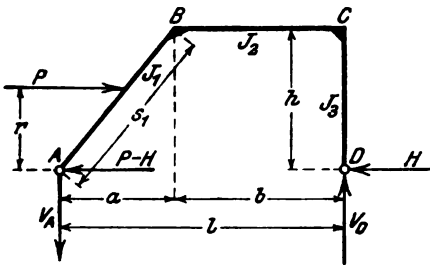
$$\text{„ } PB: \quad N = (V_A - P) \cdot \frac{h}{s_1} + H \cdot \frac{a}{s_1}$$

$$\text{„ } BC: \quad N = H$$

$$\text{„ } CD: \quad N = V_D.$$

Zweistieliger Zweigelenkrahmen mit einem senkrechten und einem geneigten Ständer sowie mit wagerechtem Querriegel.

Wagerechte Einzellast an beliebiger Stelle des geneigten Ständers.



$$V_A = V_D = P \cdot \frac{r}{l}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{s_1}{b}; \quad k_1 = \frac{J_2}{J_3} \cdot \frac{h}{b}$$

$$H = \frac{P \delta}{2l} \cdot \frac{3b + (l + 2b - l\delta^2)k}{3 + k + k_1}$$

$$\delta = \frac{r}{h}$$

Momente:

an der Lastangriffsstelle:

$$M_P = (P - H)r - V_A a \delta$$

in der Rahmenecke B:

$$M_B = V_D b - H h$$

in der Rahmenecke C:

$$M_C = -H h.$$

Normalkräfte:

$$\text{für } AP: \quad N = -V_A \cdot \frac{h}{s_1} - (P - H) \frac{a}{s_1}$$

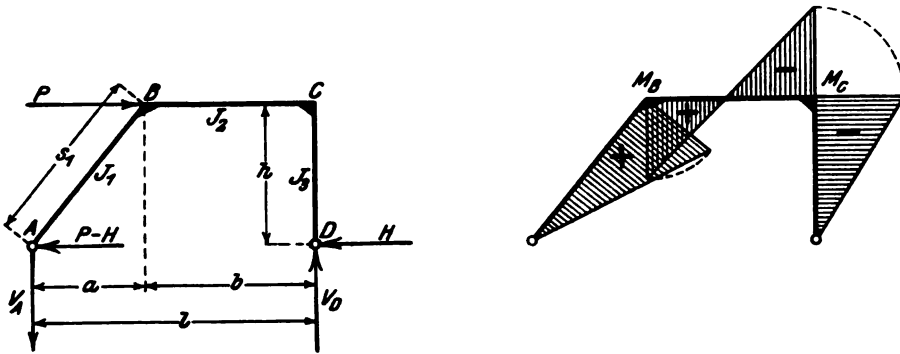
$$\text{„ } PB: \quad N = -V_A \cdot \frac{h}{s_1} + H \cdot \frac{a}{s_1}$$

$$\text{„ } BC: \quad N = +H$$

$$\text{„ } CD: \quad N = +V_D.$$

**Zweistieliger Zweigelenkrahmen
mit einem senkrechten und einem geneigten Ständer
sowie mit wagerechtem Querriegel.**

Wagerechte Einzellast an der stumpfen Rahmenecke.



$$V_A = V_D = P \cdot \frac{h}{l}$$

$$H = \frac{Pb}{2l} \cdot \frac{3 + 2k}{3 + k + k_1}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{s_1}{b}$$

$$k_1 = \frac{J_2}{J_3} \cdot \frac{s_3}{b}$$

Momente:

in der Rahmenecke B:

$$M_B = V_A b - H h$$

in der Rahmenecke C:

$$M_C = -H h.$$

Normalkräfte:

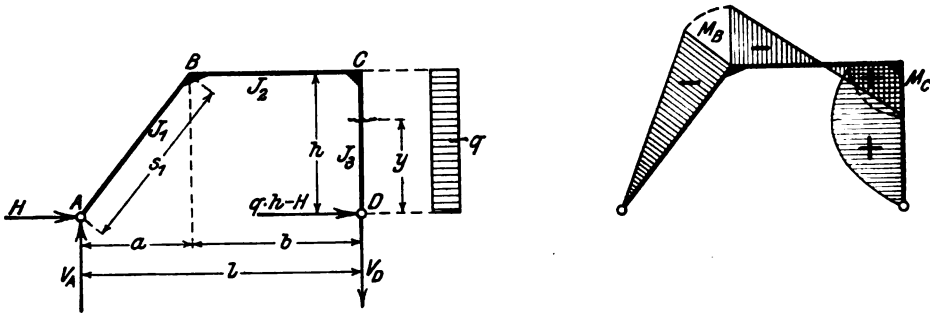
$$\text{für } AB: \quad N = -V_A \cdot \frac{h}{s_1} - (P - H) \frac{a}{s_1}$$

$$\text{„ } BC: \quad N = H$$

$$\text{„ } CD: \quad N = V_A.$$

Zweistieliger Zweigelenkrahmen mit einem senkrechten und einem geneigten Ständer sowie mit wagerechtem Querriegel.

Wagerechte, gleichmäßig verteilte Belastung des senkrechten Ständers.



$$V_A = V_D = \frac{q h^2}{2 l}$$

$$H = \frac{q h}{8 l} \cdot \frac{6(a+l) + 4 a k + 5 l k_1}{3 + k + k_1}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{s_1}{b}$$

$$k_1 = \frac{J_2}{J_3} \cdot \frac{h}{b}$$

Momente:

in der Rahmenecke B:

$$M_B = V_A a - H h$$

in der Rahmenecke C:

$$M_C = V_A l - H h$$

für CD (Ordinate y von D aus gemessen):

$$M_y = \frac{q y}{2} (2 h - y) - H y.$$

Normalkräfte:

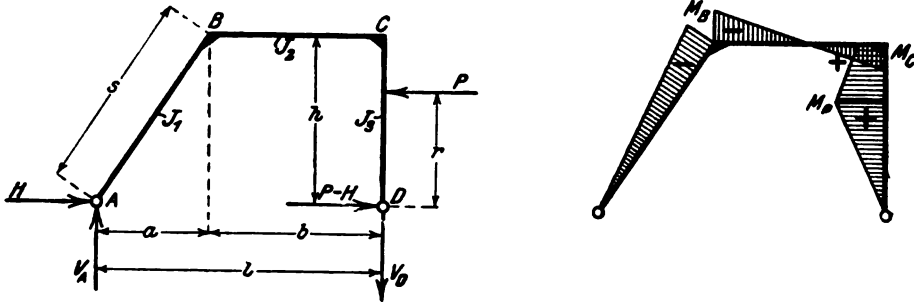
für AB: $N = V_A \cdot \frac{h}{s_1} + H \cdot \frac{a}{s_1}$

„ BC: $N = H$

„ CD: $N = -V_D.$

Zweistieliger Zweigelenkrahmen mit einem senkrechten und einem geneigten Ständer sowie mit wagerechtem Querriegel.

Wagerechte Einzellast an beliebiger Stelle des senkrechten Ständers.



$$V_A = V_D = P \cdot \frac{r}{l}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{s}{b}; \quad k_1 = \frac{J_2}{J_3} \cdot \frac{h}{b}$$

$$H = \frac{P\delta}{2l} \cdot \frac{3(l+a) + 2ak + l(3-\delta^2)k_1}{3+k+k_1}$$

$$\delta = \frac{r}{h}$$

Momente:

in der Rahmenecke B:

$$M_B = V_A a - H h$$

in der Rahmenecke C:

$$M_C = V_A l - H h$$

an der Lastangriffsstelle:

$$M_P = + (P - H) r.$$

Normalkräfte:

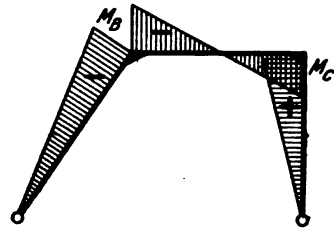
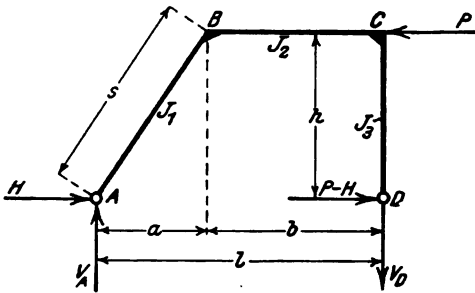
$$\text{für } AB: \quad N = V_A \cdot \frac{h}{s} + H \cdot \frac{a}{s}$$

$$\text{„ } BC: \quad N = H$$

$$\text{„ } CD: \quad N = -V_D.$$

Zweistieliger Zweigelenkrahmen mit einem senkrechten und einem geneigten Ständer sowie mit wagerechtem Querriegel.

Wagerechte Einzellast an der rechtwinkligen Rahmenecke.



$$V_A = V_D = P \cdot \frac{h}{l}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{s}{b}; \quad k_1 = \frac{J_2}{J_3} \cdot \frac{h}{b}$$

$$H = \frac{P}{2l} \cdot \frac{3(l+a) + 2ak + 2lk_1}{3 + k + k_1}$$

Momente:

in der Rahmenecke B:

$$M_B = V_A a - H h$$

in der Rahmenecke C:

$$M_C = (P - H) h$$

Normalkräfte:

$$\text{für } AB: N = V_A \cdot \frac{h}{s} + H \cdot \frac{a}{s}$$

$$\text{„ } BC: N = H$$

$$\text{„ } CD: N = -V_D$$

V.

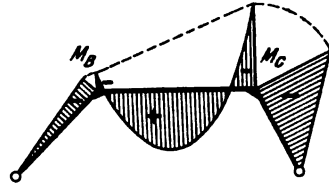
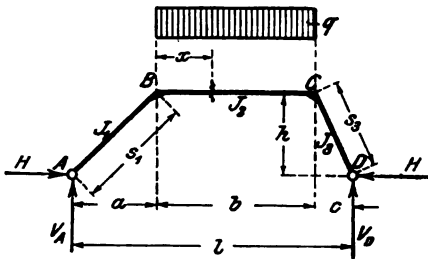
Zweistielige Zweigelenkrahmen

mit zwei geneigten Ständern und wagerechtem Querriegel.

20 Fälle.

Zweistieliger Zweigelenkrahmen mit zwei geneigten Ständern und wagerechtem Querriegel.

Senkrechte, gleichmäßig verteilte Belastung des Querriegels
(unsymmetrisch geneigte Ständer).



$$V_A = \frac{q b}{2 l} (b + 2 c)$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{s_1}{b}; \quad k_1 = \frac{J_2}{J_3} \cdot \frac{s_3}{b}$$

$$V_D = \frac{q b}{2 l} (2 a + b)$$

$$H = \frac{q b}{4 l h} \cdot \frac{12 a c + 4 b l - 3 b^2 + 2 a (b + 2 c) k + 2 c (2 a + b) k_1}{3 + k + k_1}.$$

Momente:

in der Rahmenecke B:

$$M_B = V_A a - H h$$

für BC (Abszisse x von B aus gemessen):

$$M_x = V_A (a + x) - H h - \frac{q x^2}{2}$$

$$M_C = V_D c - H h.$$

Normalkräfte:

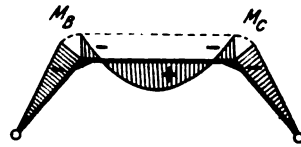
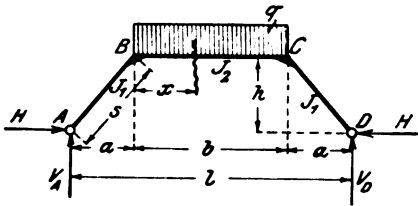
$$\text{für } AB: \quad N = V_A \cdot \frac{h}{s_1} + H \cdot \frac{a}{s_1}$$

$$\text{„ } BC: \quad N = H$$

$$\text{„ } CD: \quad N = V_D \cdot \frac{h}{s_3} + H \cdot \frac{c}{s_3}.$$

Zweistieliger Zweigelenkrahmen mit zwei geneigten Ständern und wagerechtem Querriegel.

Senkrechte, gleichmäßig verteilte Belastung des Querriegels
(symmetrisch geneigte Ständer).



$$V_A = V_D = \frac{qb}{2}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{s}{b}$$

$$H = \frac{qb}{4h} \cdot \frac{b + 2a(3 + 2k)}{3 + 2k}$$

Momente:

in der Rahmenecke B:

$$M_B = M_C = V_A a - Hh$$

für BC (Abszisse x von B aus gemessen):

$$M_x = V_A(a + x) - Hh - \frac{qx^2}{2}$$

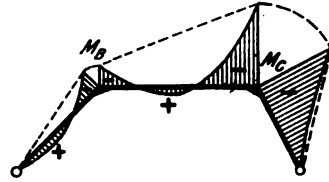
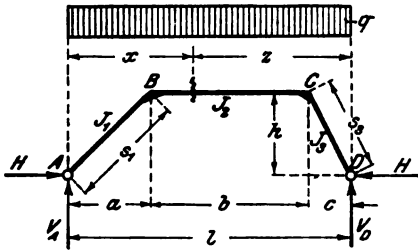
Normalkräfte:

$$\text{für AB und CD: } N = V_A \cdot \frac{h}{s} + H \cdot \frac{a}{s}$$

$$\text{„ BC: } N = H.$$

Zweistieliger Zweigelenkrahmen mit zwei geneigten Ständern und wagerechtem Querriegel.

Senkrechte, gleichmäßig verteilte Belastung des ganzen Rahmens
(unsymmetrisch geneigte Ständer).



$$V_A = V_D = \frac{ql}{2}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{s_1}{b}; \quad k_1 = \frac{J_2}{J_3} \cdot \frac{s_3}{b}$$

$$H = \frac{q}{8h} \cdot \frac{12ac + 6bl - 4b^2 + a(4l - 3a)k + c(4l - 3c)k_1}{3 + k + k_1}$$

Momente:

für AB (Abszisse x von A aus gemessen):

$$M_x = V_A x - H \cdot \frac{hx}{a} - \frac{qx^2}{2}$$

$$M_B = V_A a - Hh - \frac{qa^2}{2}$$

für BC (Abszisse x von A aus gemessen):

$$M_x = V_A x - Hh - \frac{qx^2}{2}$$

$$M_C = V_A c - Hh - \frac{qc^2}{2}$$

für CD (Abszisse z von D aus gemessen):

$$M_z = V_A z - H \cdot \frac{hz}{c} - \frac{qz^2}{2}$$

Normalkräfte:

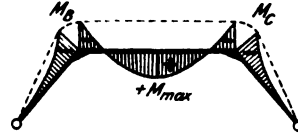
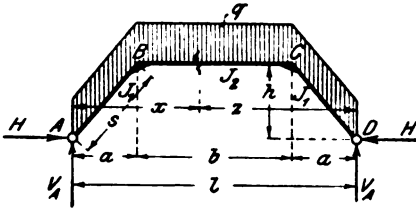
$$\text{für AB: } N_x = (V_A - qx) \frac{h}{s_1} + H \cdot \frac{a}{s_1}$$

$$\text{„ BC: } N = H$$

$$\text{„ CD: } N_z = (V_D - qz) \frac{h}{s_3} + H \cdot \frac{c}{s_3}$$

Zweistieliger Zweigelenkrahmen mit zwei geneigten Ständern und wagerechtem Querriegel.

Senkrechte, gleichmäßig verteilte Belastung des ganzen Rahmens
(symmetrisch geneigte Ständer).



$$V_A = V_D = \frac{ql}{2}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{s}{b}$$

$$H = \frac{q}{4h} \cdot \frac{6a(a+b) + b^2 + a(5a+4b)k}{3+2k}$$

Momente:

für AB u. CD (Abszisse x von A , z von D aus gemessen):

$$M_x = \frac{qxz}{2} - H \cdot \frac{hx}{a}$$

$$M_B = M_C = \frac{qa(a+b)}{2} - Hh$$

für BC (Abszisse x von A , z von D aus gemessen):

$$M_x = \frac{qxz}{2} - Hh$$

Maximamoment für BC :

$$+ M_{\max} = \frac{ql^2}{8} - Hh.$$

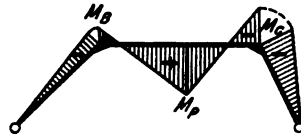
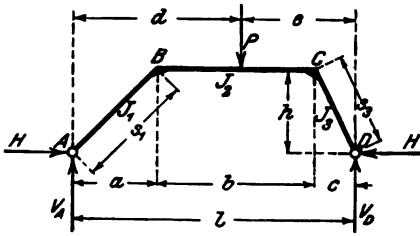
Normalkräfte:

$$\text{für } AB \text{ u. } CD: N_x = (V_A - qx) \cdot \frac{h}{s} + H \cdot \frac{a}{s}$$

$$\text{„ } BC: N = H.$$

Zweistieliger Zweigelenkrahmen mit zwei geneigten Ständern und wagerechtem Querriegel.

Senkrechte Einzellast an beliebiger Stelle des Querriegels
(unsymmetrisch geneigte Ständer).



$$V_A = P \cdot \frac{e}{l}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{s_1}{b}; \quad k_1 = \frac{J_2}{J_3} \cdot \frac{s_3}{b}$$

$$V_D = P \cdot \frac{d}{l}$$

$$H = \frac{P}{2hl} \cdot \frac{\frac{3}{b} [e(dl - a^2) - dc^2] + 2aek + 2cdk_1}{3 + k + k_1}$$

Momente:

in der Rahmenecke B:

$$M_B = V_A a - H h$$

unter der Einzellast:

$$M_P = V_A d - H h$$

in der Rahmenecke C:

$$M_C = V_D c - H h.$$

Normalkräfte:

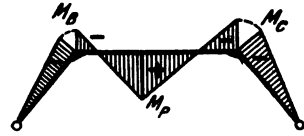
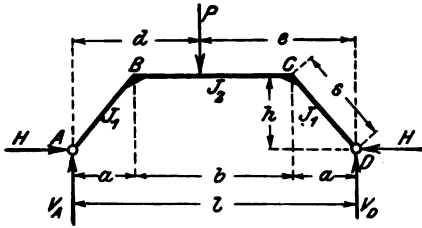
$$\text{für } AB: \quad N = V_A \cdot \frac{h}{s_1} + H \cdot \frac{a}{s_1}$$

$$\text{„ } BC: \quad N = H$$

$$\text{„ } CD: \quad N = V_D \cdot \frac{h}{s_3} + H \cdot \frac{c}{s_3}.$$

Zweistieliger Zweigelenkrahmen mit zwei geneigten Ständern und wagrechtem Querriegel.

Senkrechte Einzellast an beliebiger Stelle des Querriegels
(symmetrisch geneigte Ständer).



$$V_A = P \cdot \frac{e}{l}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{s}{b}$$

$$V_D = P \cdot \frac{d}{l}$$

$$H = \frac{P}{2hb} \cdot \frac{3(de - a^2) + 2abk}{3 + 2k}.$$

Momente:

in der Rahmenecke B:

$$M_B = V_A a - H h$$

unter der Einzellast:

$$M_P = V_A d - H h$$

in der Rahmenecke C:

$$M_C = V_D a - H h.$$

Normalkräfte:

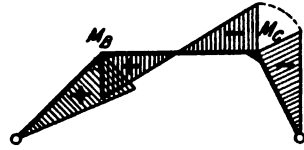
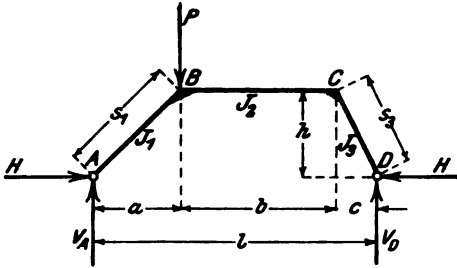
$$\text{für } AB: \quad N = V_A \cdot \frac{h}{s} + H \cdot \frac{a}{s}$$

$$\text{„ } BC: \quad N = H$$

$$\text{„ } CD: \quad N = V_D \cdot \frac{h}{s} + H \cdot \frac{a}{s}.$$

Zweistieliger Zweigelenkrahmen mit zwei geneigten Ständern und wagrechtem Querriegel.

Senkrechte Einzellast an der stumpferen Rahmenecke
(unsymmetrisch geneigte Ständer).



$$V_A = P \cdot \frac{l-a}{l}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{s_1}{b}$$

$$V_D = P \cdot \frac{a}{l}$$

$$k_1 = \frac{J_2}{J_3} \cdot \frac{s_3}{b}$$

$$H = \frac{Pa}{2lh} \cdot \frac{3(b+2c) + 2(l-a)k + 2ck_1}{3+k+k_1}$$

Momente:

in der Rahmenecke B:

$$M_B = V_A a - H h$$

in der Rahmenecke C:

$$M_C = V_D c - H h$$

Normalkräfte:

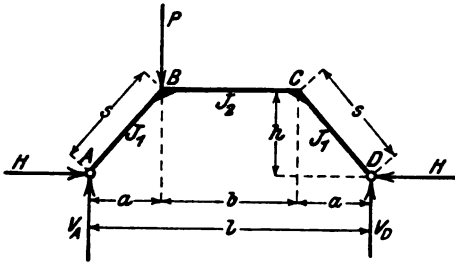
$$\text{für } AB: \quad N = V_A \cdot \frac{h}{s_1} + H \cdot \frac{a}{s_1}$$

$$\text{„ } BC: \quad N = H$$

$$\text{„ } CD: \quad N = V_D \cdot \frac{h}{s_3} + H \cdot \frac{c}{s_3}$$

Zweistieliger Zweigelenkrahmen mit zwei geneigten Ständern und wagerechtem Querriegel.

Senkrechte Einzellast in einer Rahmenecke (symmetrisch geneigte Ständer).



$$V_A = P \cdot \frac{l-a}{l}$$

$$V_D = P \cdot \frac{a}{l}$$

$$H = \frac{P a}{2 h}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{s}{b}$$

Momente:

in der Rahmenecke B:

$$M_B = \frac{P a b}{2 l}$$

in der Rahmenecke C:

$$M_C = -\frac{P a b}{2 l}$$

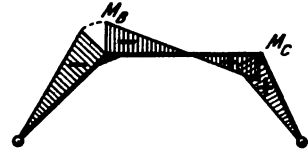
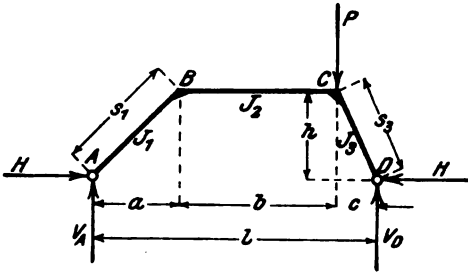
Normalkräfte:

$$\text{für } AB: \quad N = V_A \cdot \frac{h}{s} + H \cdot \frac{a}{s}$$

$$\text{„ } BC: \quad N = H.$$

Zweistieliger Zweigelenkrahmen mit zwei geneigten Ständern und wagerechtem Querriegel.

Senkrechte Einzellast in der weniger stumpfen Rahmenecke
(unsymmetrisch geneigte Ständer).



$$V_A = P \cdot \frac{c}{l}$$

$$V_D = P \cdot \frac{l-c}{l}$$

$$H = \frac{Pc}{2lh} \cdot \frac{3(2a+b) + 2ak + 2(l-c)k_1}{3+k+k_1}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{s_1}{b}$$

$$k_1 = \frac{J_2}{J_3} \cdot \frac{s_3}{b}$$

Momente:

in der Rahmenecke B:

$$M_B = V_A a - H h$$

in der Rahmenecke C:

$$M_C = V_D c - H h.$$

Normalkräfte:

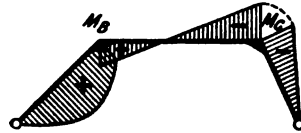
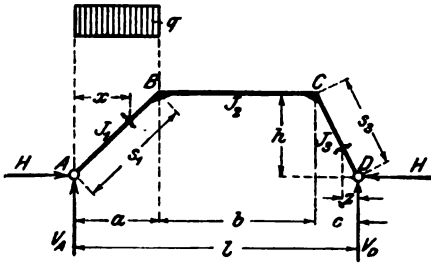
$$\text{für } AB: N = V_A \cdot \frac{h}{s_1} + H \cdot \frac{a}{s_1}$$

$$\text{„ } BC: N = H$$

$$\text{„ } CD: N = V_D \cdot \frac{h}{s_3} + H \cdot \frac{c}{s_3}$$

Zweistieliger Zweigelenkrahmen mit zwei geneigten Ständern und wagerechtem Querriegel.

Senkrechte, gleichmäßig verteilte Belastung des flacher geneigten Ständers (unsymmetrisch geneigte Ständer).



$$V_A = \frac{q a}{2 l} (2 l - a)$$

$$V_D = \frac{q a^2}{2 l}$$

$$H = \frac{q a^2}{8 l h} \cdot \frac{6(b + 2c) + (5l - 4a)k + 4ck_1}{3 + k + k_1}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{s_1}{b}$$

$$k_1 = \frac{J_2}{J_3} \cdot \frac{s_3}{b}$$

Momente:

für AB (Abszisse x von A aus gemessen):

$$M_x = V_A x - H \cdot \frac{h x}{a} - \frac{q x^2}{2}$$

$$M_B = V_D (l - a) - H h$$

für BC (Abszisse z von D aus gemessen):

$$M_z = V_D z - H h$$

$$M_C = V_D c - H h$$

für CD (Abszisse z von D aus gemessen):

$$M_z = V_D z - H \cdot \frac{h z}{c}$$

Normalkräfte:

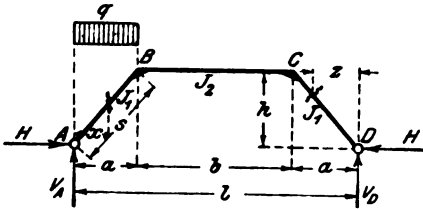
$$\text{für AB: } N_x = (V_A - qx) \cdot \frac{h}{s_1} + H \cdot \frac{a}{s_1}$$

$$\text{„ BC: } N = H$$

$$\text{„ CD: } N = V_D \cdot \frac{h}{s_3} + H \cdot \frac{c}{s_3}$$

Zweistieliger Zweigelenkrahmen mit zwei geneigten Ständern und wagrechtem Querriegel.

Senkrechte, gleichmäßig verteilte Belastung eines Ständers
(symmetrisch geneigte Ständer).



$$V_A = \frac{q a}{2 l} \cdot (2 l - a)$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{s}{b}$$

$$V_D = \frac{q a^2}{2 l}$$

$$H = \frac{q a^2}{8 h} \cdot \frac{5 k + 6}{2 k + 3}$$

Momente:

für AB (Abszisse x von A aus gemessen):

$$M_x = V_A x - H \cdot \frac{h x}{a} - \frac{q x^2}{2}$$

$$M_B = V_D (l - a) - H h$$

für BC (Abszisse z von D aus gemessen):

$$M_s = V_D z - H h$$

$$M_C = V_D a - H h$$

für CD (Abszisse z von D aus gemessen):

$$M_s = V_D z - H \cdot \frac{h z}{a}$$

Normalkräfte:

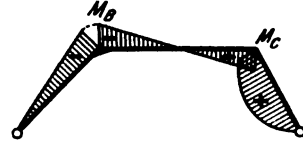
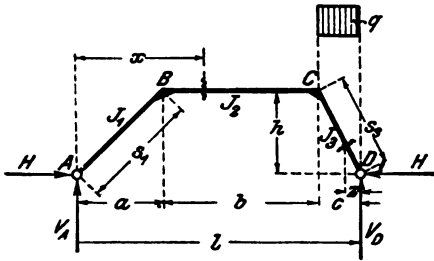
für AB: $N_x = (V_A - q x) \cdot \frac{h}{s_1} + H \cdot \frac{a}{s_1}$

„ BC: $N = H$

„ CD: $N = V_D \cdot \frac{h}{s} + H \cdot \frac{a}{s}$

Zweistieliger Zweigelenkrahmen mit zwei geneigten Ständern und wagerechtem Querriegel.

Senkrechte, gleichmäßig verteilte Belastung des steiler geneigten Ständers (unsymmetrisch geneigte Ständer).



$$V_A = \frac{q c^2}{2 l}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{s_1}{b}$$

$$V_D = \frac{q c}{2 l} (2 l - c)$$

$$k_1 = \frac{J_2}{J_3} \cdot \frac{s_3}{b}$$

$$H = \frac{q c^2}{8 l h} \cdot \frac{6(b + 2a) + 4ak + (5l - 4c)k_1}{3 + k + k_1}$$

Momente:

für AB (Abszisse x von A aus gemessen):

$$M_x = V_A x - H \cdot \frac{h x}{a}$$

$$M_B = V_A a - H h$$

für BC (Abszisse x von A aus gemessen):

$$M_x = V_A x - H h$$

$$M_C = V_A (l - c) - H h$$

für CD (Abszisse z von D aus gemessen):

$$M_z = V_D z - H \cdot \frac{h z}{c} - \frac{q z^2}{2}$$

Normalkräfte:

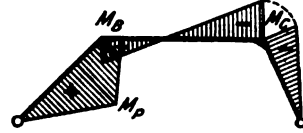
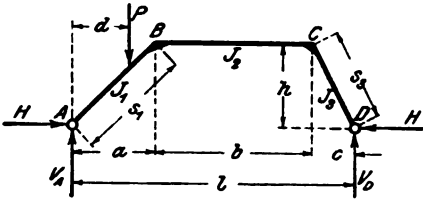
für AB: $N = V_A \cdot \frac{h}{s_1} + H \cdot \frac{a}{s_1}$

„ BC: $N = H$

„ CD: $N_s = (V_D - q z) \cdot \frac{h}{s_3} + H \cdot \frac{c}{s_3}$

Zweistieliger Zweigelenkrahmen mit zwei geneigten Ständern und wagerechtem Querriegel.

Senkrechte Einzellast an beliebiger Stelle des flacher geneigten Ständers (unsymmetrisch geneigte Ständer).



$$V_A = P \cdot \frac{l-d}{l}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{s_1}{b}; \quad k_1 = \frac{J_2}{J_3} \cdot \frac{s_3}{b}$$

$$V_D = P \cdot \frac{d}{l}$$

$$\delta = \frac{d}{a}$$

$$H = \frac{P d}{2 l h} \cdot \frac{3(b+2c) + (3l - l\delta^2 - 2a)k + 2ck_1}{3 + k + k_1}.$$

Momente:

unter der Einzellast:

$$M_P = V_A d - H \cdot \frac{h d}{a}$$

in der Rahmenecke B:

$$M_B = V_D (b+c) - H h$$

in der Rahmenecke C:

$$M_C = V_D c - H h.$$

Normalkräfte:

$$\text{für } AP: \quad N = V_A \cdot \frac{h}{s_1} + H \cdot \frac{a}{s_1}$$

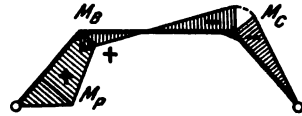
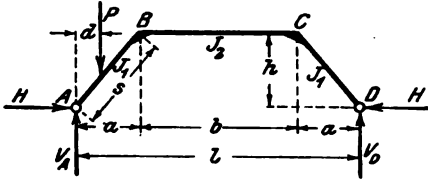
$$,, \quad PB: \quad N = (V_A - P) \frac{h}{s_1} + H \cdot \frac{a}{s_1}$$

$$,, \quad BC: \quad N = H$$

$$,, \quad CD: \quad N = V_D \cdot \frac{h}{s_3} + H \cdot \frac{c}{s_3}.$$

Zweistieliger Zweigelenkrahmen mit zwei geneigten Ständern und wagerechtem Querriegel.

Senkrechte Einzellast an beliebiger Stelle eines Ständers
(symmetrisch geneigte Ständer).



$$V_A = P \cdot \frac{l-d}{l}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{s}{b}; \quad \delta = \frac{d}{a}$$

$$V_D = P \cdot \frac{d}{l}$$

$$H = \frac{P d}{2 h} \cdot \frac{3 + (3 - \delta^2) k}{3 + 2 k}$$

Momente:

unter der Einzellast:

$$M_P = V_A d - H \cdot \frac{h d}{a}$$

in der Rahmenecke B:

$$M_B = V_D (l - a) - H h$$

in der Rahmenecke C:

$$M_C = V_D a - H h$$

Normalkräfte:

$$\text{für } AP: \quad N = V_A \cdot \frac{h}{s} + H \cdot \frac{a}{s}$$

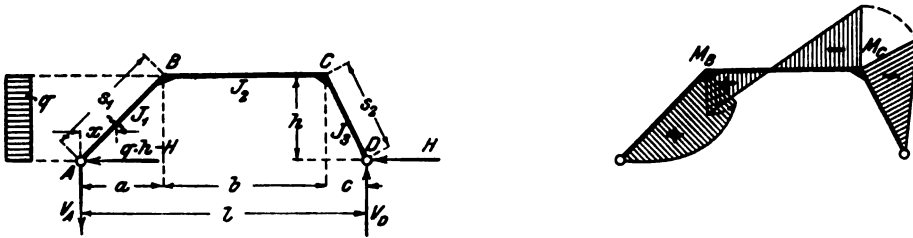
$$,, \quad PB: \quad N = (V_A - P) \cdot \frac{h}{s} + H \cdot \frac{a}{s}$$

$$,, \quad BC: \quad N = H$$

$$,, \quad CD: \quad N = V_D \cdot \frac{h}{s} + H \cdot \frac{a}{s}$$

Zweistieliger Zweigelenkrahmen mit zwei geneigten Ständern und wagerechtem Querriegel.

Wagerechte, gleichmäßig verteilte Belastung des flacher geneigten Ständers (unsymmetrisch geneigte Ständer).



$$V_A = V_D = \frac{q h^2}{2 l}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{s_1}{b}; \quad k_1 = \frac{J_2}{J_3} \cdot \frac{s_3}{b}$$

$$H = \frac{q h}{8 l} \cdot \frac{6(b + 2c) + (5l - 4a)k + 4ck_1}{3 + k + k_1}.$$

Momente:

für AB (Abszisse x von A aus gemessen):

$$M_x = (qh - H) \cdot \frac{h x}{a} - V_A x - \frac{q h^2 x^2}{2 a^2}$$

$$M_B = V_A (l - a) - H h$$

$$M_C = V_A c - H h.$$

Normalkräfte:

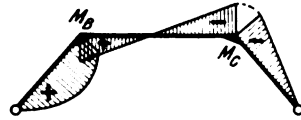
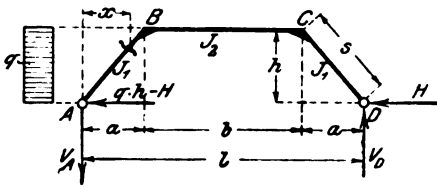
$$\text{für } AB: N_x = -V_A \cdot \frac{h}{s_1} - \left(qh - H - \frac{q h x}{a} \right) \frac{a}{s_1}$$

$$\text{„ } BC: N = +H$$

$$\text{„ } CD: N = +V_A \cdot \frac{h}{s_3} + H \cdot \frac{c}{s_3}.$$

Zweistieliger Zweigelenkrahmen mit zwei geneigten Ständern und wagerechtem Querriegel.

Wagerechte, gleichmäßig verteilte Belastung eines Ständers (symmetrisch geneigte Ständer).



$$V_A = V_D = \frac{qh^2}{2l}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{s}{b}$$

$$H = \frac{qh}{8} \cdot \frac{6 + 5k}{3 + 2k}$$

Momente:

für AB (Abszisse x von A aus gemessen):

$$M_x = (qh - H) \frac{hx}{a} - V_A x - \frac{qh^2 x^2}{2a^2}$$

$$M_B = V_A(l - a) - Hh$$

$$M_C = V_A a - Hh$$

Normalkräfte:

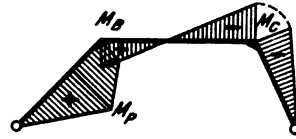
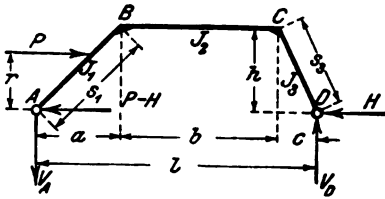
$$\text{für AB: } N_x = -V_A \cdot \frac{h}{s} - \left(qh - H - \frac{qh^2 x}{a} \right) \frac{a}{s}$$

$$\text{„ BC: } N = +H$$

$$\text{„ CD: } N = V_A \cdot \frac{h}{s} + H \cdot \frac{a}{s}$$

Zweistieliger Zweigelenkrahmen mit zwei geneigten Ständern und wagerechtem Querriegel.

Wagerechte Einzellast an beliebiger Stelle des flacher geneigten Ständers (unsymmetrisch geneigte Ständer).



$$V_A = V_D = P \cdot \frac{r}{l} \quad k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{s_1}{b}; \quad k_1 = \frac{J_2}{J_3} \cdot \frac{s_3}{b}; \quad \delta = \frac{r}{h}$$

$$H = \frac{P \delta}{2l} \cdot \frac{3(b+2c) + (3l - 2a - l\delta^2)k + 2ck_1}{3 + k + k_1}$$

Momente:

an der Lastangriffsstelle:

$$M_P = (P - H)r - V_A a \delta$$

in der Rahmenecke B:

$$M_B = V_A(l - a) - Hh$$

in der Rahmenecke C:

$$M_C = V_A c - Hh.$$

Normalkräfte:

$$\text{für } AP: N = -V_A \cdot \frac{h}{s_1} - (P - H) \cdot \frac{a}{s_1}$$

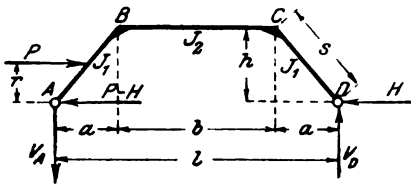
$$,, \quad PB: N = -V_A \cdot \frac{h}{s_1} + H \cdot \frac{a}{s_1}$$

$$,, \quad BC: N = +H$$

$$,, \quad CD: N = +V_A \cdot \frac{h}{s_3} + H \cdot \frac{c}{s_3}$$

Zweistieliger Zweigelenkrahmen mit zwei geneigten Ständern und wagerechtem Querriegel.

Wagerechte Einzellast an beliebiger Stelle eines Ständers (symmetrisch geneigte Ständer).



$$V_A = V_D = P \cdot \frac{r}{l}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{s}{b}; \quad \delta = \frac{r}{h}$$

$$H = \frac{P\delta}{2} \cdot \frac{3 + (3 - \delta^2)k}{3 + 2k}$$

Momente:

an der Lastangriffsstelle:

$$M_P = (P - H)r - V_A a \delta$$

in der Rahmenecke B:

$$M_B = V_A(l - a) - Hh$$

in der Rahmenecke C:

$$M_C = V_A a - Hh.$$

Normalkräfte:

$$\text{für } AP: \quad N = -V_A \cdot \frac{h}{s} - (P - H) \frac{a}{s}$$

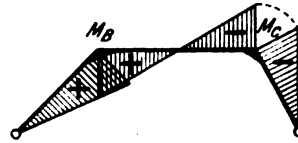
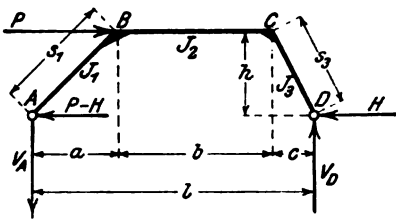
$$\text{„ } PB: \quad N = -V_A \cdot \frac{h}{s} + H \cdot \frac{a}{s}$$

$$\text{„ } BC: \quad N = H$$

$$\text{„ } CD: \quad N = V_A \cdot \frac{h}{s} + H \cdot \frac{a}{s}$$

Zweistieliger Zweigelenkrahmen mit zwei geneigten Ständern und wagerechtem Querriegel.

Wagerechte Einzellast an der stumpferen Rahmenecke
(unsymmetrisch geneigte Ständer).



$$V_A = V_D = P \cdot \frac{h}{l}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{s_1}{b}$$

$$H = \frac{P}{2l} \cdot \frac{3(b+2c) + 2(l-a)k + 2ck_1}{3+k+k_1}$$

$$k_1 = \frac{J_2}{J_3} \cdot \frac{s_3}{b}$$

Momente:

in der Rahmenecke B:

$$M_B = V_A(l-a) - Hh$$

in der Rahmenecke C:

$$M_C = V_A c - Hh.$$

Normalkräfte:

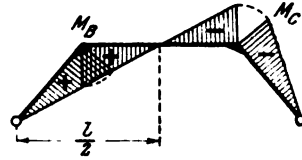
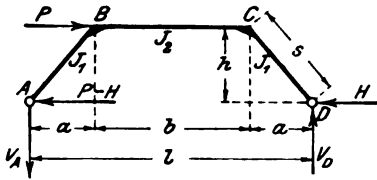
$$\text{für } AB: \quad N = -V_A \cdot \frac{h}{s_1} - (P-H) \frac{a}{s_1}$$

$$,, \quad BC: \quad N = +H$$

$$,, \quad CD: \quad N = +V_A \cdot \frac{h}{s_3} + H \cdot \frac{c}{s_3}.$$

Zweistieliger Zweigelenrahmen mit zwei geneigten Ständern und wagerechtem Querriegel.

Wagerechte Einzellast an einer Rahmenecke (symmetrisch geneigte Ständer).



$$V_A = V_D = P \cdot \frac{h}{l}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{s}{b}$$

$$H = \frac{P}{2}$$

Momente:

in der Rahmenecke B:

$$M_B = \frac{P h b}{2 l}$$

in der Rahmenecke C:

$$M_C = -\frac{P h b}{2 l}$$

Normalkräfte:

$$\text{für } AB: \quad N = -V_A \cdot \frac{h}{s} - (P - H) \cdot \frac{a}{s}$$

$$\text{„ } BC: \quad N = +H$$

$$\text{„ } CD: \quad N = V_A \cdot \frac{h}{s} + H \cdot \frac{a}{s}$$

VI.

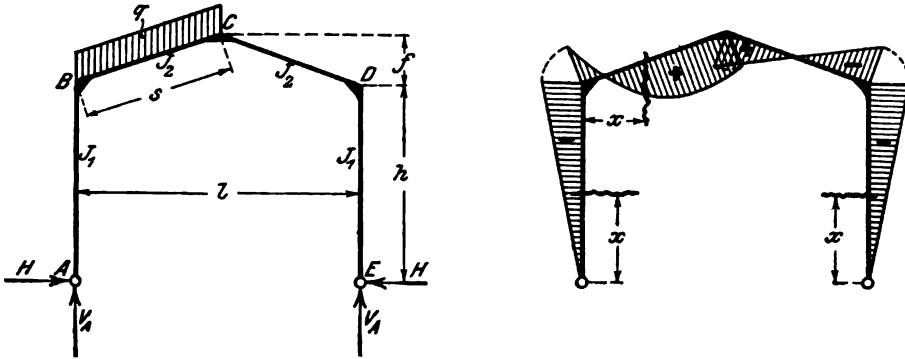
Zweistielige Zweigelenkrahmen

**mit senkrechten Ständern und satteldachförmigem
Querriegel.**

11 Fälle.

Zweistieliger Zweigelenkrahmen mit senkrechten Ständern und satteldachförmigem Querriegel.

Senkrechte, gleichmäßig verteilte Belastung des halben Querriegels.



$$V_A = \frac{3ql}{8}$$

$$V_E = \frac{ql}{8}$$

$$H = \frac{ql^2}{64} \cdot \frac{8h + 5f}{h^2(3+k) + f(3h+f)}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{h}{s}$$

Moment an einer beliebigen Stelle des Ständers AB bzw. DE im Abstand x von A bzw. E :

$$M_x = -Hx$$

$$M_B = -Hh.$$

Moment an einer beliebigen Stelle der belasteten Querriegelhälfte BC im wagerecht gemessenen Abstand x von B :

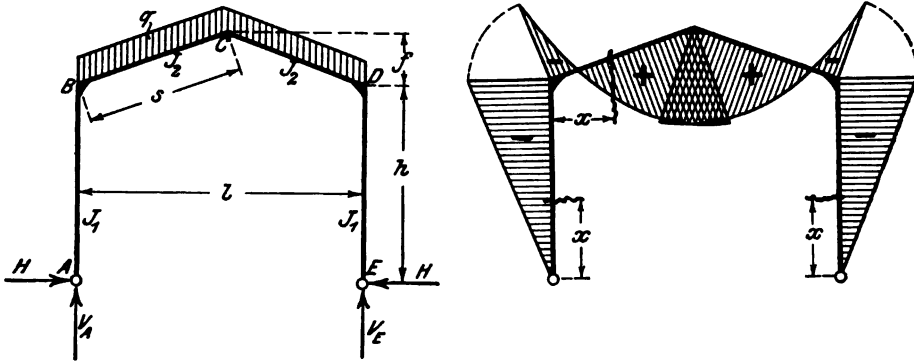
$$M_x = V_A x - H \left(h + \frac{2fx}{l} \right)$$

$$M_C = V_E \cdot \frac{l}{2} - H(h+f)$$

$$M_D = -Hh.$$

Zweistieliger Zweigelenkrahmen mit senkrechten Ständern und satteldachförmigem Querriegel.

Senkrechte, gleichmäßig verteilte Belastung des ganzen Querriegels.



$$V_A = V_E = \frac{ql}{2}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{h}{s}$$

$$H = \frac{ql^2}{32} \cdot \frac{8h + 5f}{h^2(3 + k) + f(3h + f)}.$$

Moment an einer beliebigen Stelle der Ständer im Abstand x von A bzw. E :

$$M_x = -Hx$$

$$M_B = -Hh.$$

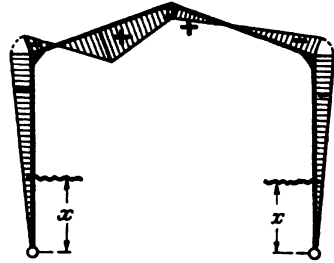
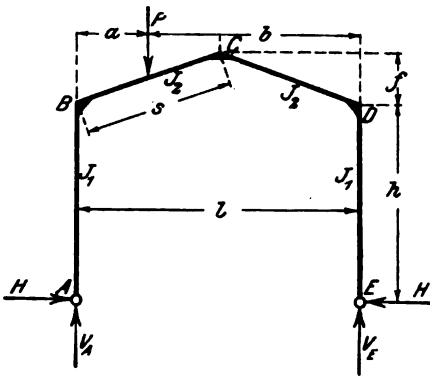
Moment an einer beliebigen Stelle des Querriegels im Abstand x von B :

$$M_x = \frac{qx}{2}(l - x) - H\left(h + \frac{2fx}{l}\right)$$

$$M_C = \frac{ql^2}{8} - H(h + f).$$

Zweistieliger Zweigelenkrahmen mit senkrechten Ständern und satteldachförmigem Querriegel.

Senkrechte Einzellast an beliebiger Stelle des Querriegels.



$$V_A = \frac{Pb}{l}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{h}{s}$$

$$V_E = \frac{Pa}{l}$$

$$H = \frac{Pa}{4l^2} \cdot \frac{6blh + f(3l^2 - 4a^2)}{h^2(3+k) + f(3h+f)}$$

Moment an einer beliebigen Stelle der Ständer im Abstand x von A bzw. E :

$$M_x = -Hx$$

$$M_B = -Hh.$$

Moment unter der Einzellast:

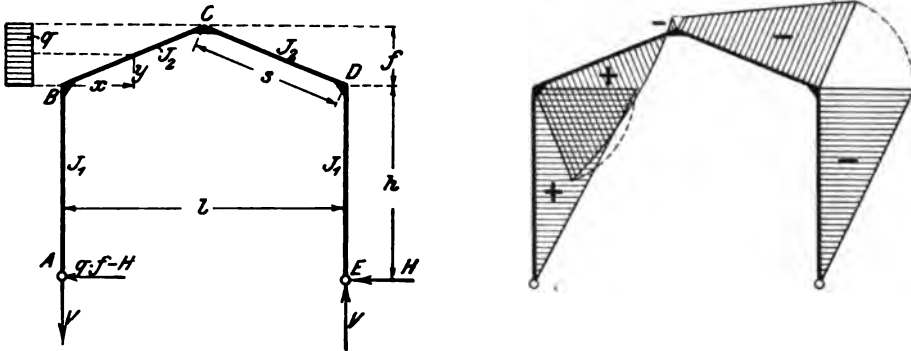
$$M_P = V_A a - H \left(h + \frac{2fa}{l} \right)$$

$$M_C = \frac{Pa}{2} - H(h+f)$$

$$M_D = -Hh.$$

Zweistieliger Zweigelenkrahmen mit senkrechten Ständern und satteldachförmigem Querriegel

Wagerechte, gleichmäßig verteilte einseitige Belastung des Querriegels.



$$V = \frac{qf(2h+f)}{2l}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{h}{s}$$

$$H = \frac{qf}{16} \cdot \frac{8h^2(k+3) + 5f(4h+f)}{h^2(3+k) + f(3h+f)}$$

Momente:

$$M_B = (P - H)h$$

in BC (Abszisse x und Ordinate y von B aus gemessen):

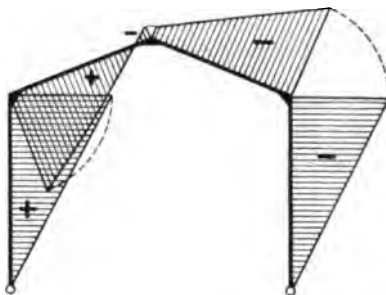
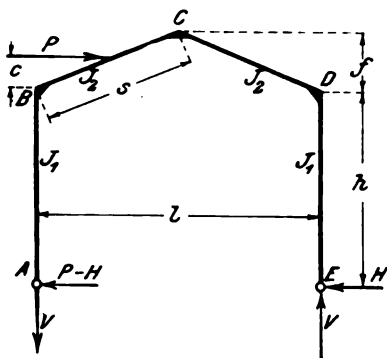
$$\text{in } BC: M_x = (P - H)(h + y) - Vx - \frac{qy^2}{2}$$

$$M_C = V \cdot \frac{l}{2} - H(h + f)$$

$$M_D = -Hh$$

Zweistieliger Zweigelenkrahmen mit senkrechten Ständern und satteldachförmigem Querriegel.

Wagerechte Einzellast an beliebiger Stelle des Querriegels.



$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{h}{s}$$

$$V = \frac{P(h+c)}{l}$$

$$H = \frac{P}{4} \cdot \frac{2kh^2 + 3(h+c)(2h+f) - \frac{c^2}{f}(3h+c)}{h^2(3+k) + f(3h+f)}$$

Momente:

$$M_B = (P-H)h$$

$$M_P = (P-H)(h+c) - \frac{P(c+h)c}{2f}$$

$$M_C = \frac{P(c+h)}{2} - H(h+f)$$

$$M_D = -Hh.$$

Für $c=f$:

$$V = \frac{P(h+f)}{l}$$

$$H = \frac{P}{2}$$

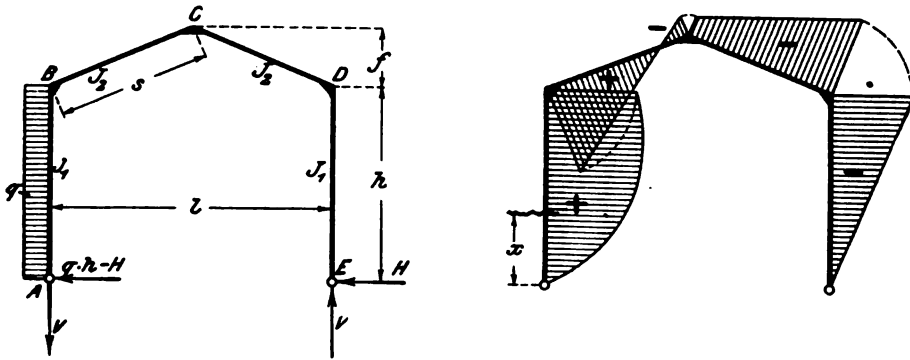
$$M_B = \frac{P}{2} \cdot h$$

$$M_C = 0$$

$$M_D = -\frac{P}{2} \cdot h.$$

Zweistieliger Zweigelenkrahmen mit senkrechten Ständern und satteldachförmigem Querriegel.

Wagerechte, gleichmäßig verteilte Belastung eines Ständers auf dessen ganze Höhe.



$$V = \frac{qh^2}{2l}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{h}{s}$$

$$H = \frac{qh^2}{16} \cdot \frac{5hk + 6(2h + f)}{h^2(3 + k) + f(3h + f)}$$

Momente:

in AB (Ordinate x von A aus gemessen):

$$M_x = (qh - H)x - \frac{qx^2}{2}$$

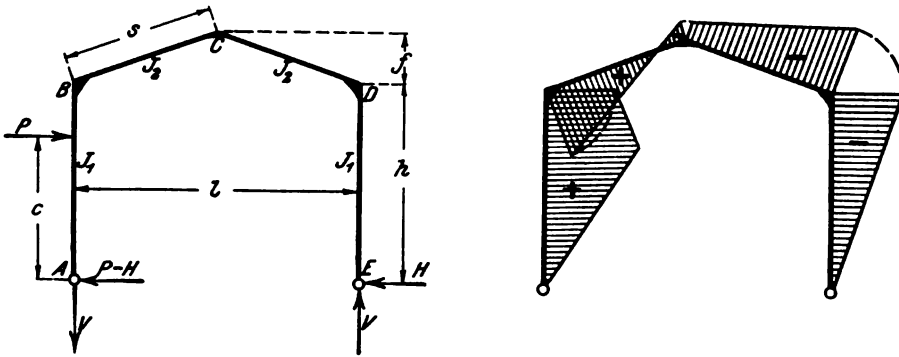
$$M_B = \frac{qh^2}{2} - Hh$$

$$M_C = \frac{qh^2}{4} - H(h + f)$$

$$M_D = -Hh.$$

Zweistieliger Zweigelenkrahmen mit senkrechten Ständern und satteldachförmigem Querriegel

Wagerechte Einzellast an beliebiger Stelle eines Ständers.



$$V = \frac{Pc}{l}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{h}{s}$$

$$H = \frac{Pc}{4} \cdot \frac{k \left(3h - \frac{c^2}{h} \right) + 3(2h + f)}{h^2(3 + k) + f(3h + f)}$$

Momente:

$$M_P = (P - H)c$$

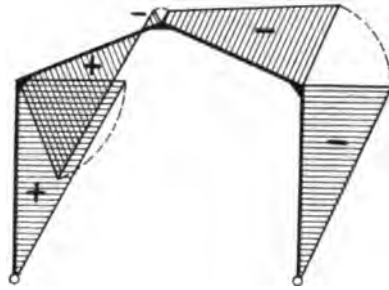
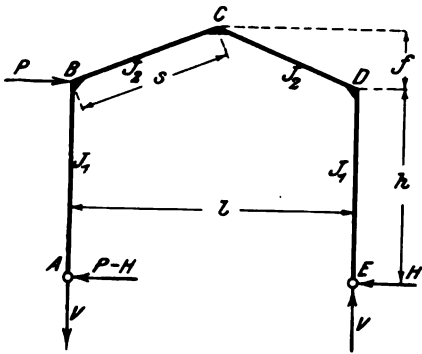
$$M_B = Pc - Hh$$

$$M_C = \frac{Pc}{2} - H(h + f)$$

$$M_D = -Hh.$$

Zweistieliger Zweigelenkrahmen mit senkrechten Ständern und satteldachförmigem Querriegel

Wagerechte Einzellast an einer Rahmenecke.



$$V = \frac{Ph}{l}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{h}{s}$$

$$H = \frac{Ph}{4} \cdot \frac{2hk + 3(2h + f)}{h^2(3 + k) + f(3h + f)}$$

Momente:

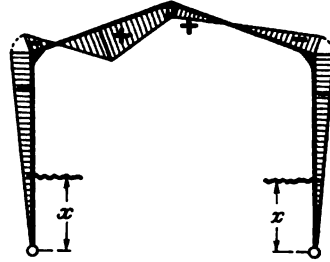
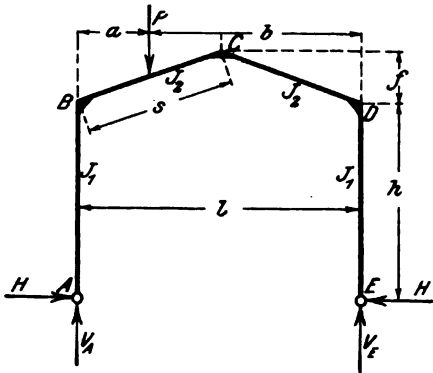
$$M_B = (P - H)h$$

$$M_C = \frac{Ph}{2} - H(h + f)$$

$$M_D = -Hh.$$

Zweistieliger Zweigelenkrahmen mit senkrechten Ständern und satteldachförmigem Querriegel.

Senkrechte Einzellast an beliebiger Stelle des Querriegels.



$$V_A = \frac{Pb}{l}$$

$$V_E = \frac{Pa}{l}$$

$$H = \frac{Pa}{4l^2} \cdot \frac{6blh + f(3l^2 - 4a^2)}{h^2(3+k) + f(3h+f)}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{h}{s}$$

Moment an einer beliebigen Stelle der Ständer im Abstand x von A bzw. E :

$$M_x = -Hx$$

$$M_B = -Hh.$$

Moment unter der Einzellast:

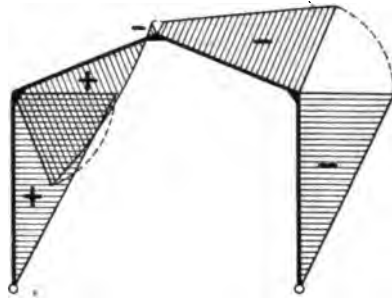
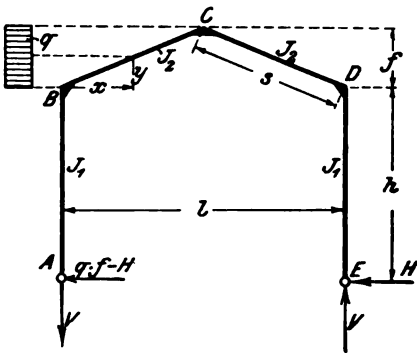
$$M_P = V_A a - H \left(h + \frac{2fa}{l} \right)$$

$$M_C = \frac{Pa}{2} - H(h+f)$$

$$M_D = -Hh.$$

Zweistieliger Zweigelenkrahmen mit senkrechten Ständern und satteldachförmigem Querriegel.

Wagerechte, gleichmäßig verteilte einseitige Belastung des Querriegels.



$$V = \frac{qf(2h+f)}{2l}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{h}{s}$$

$$H = \frac{qf}{16} \cdot \frac{8h^2(k+3) + 5f(4h+f)}{h^2(3+k) + f(3h+f)}$$

Momente:

$$M_B = (P - H)h$$

in BC (Abszisse x und Ordinate y von B aus gemessen):

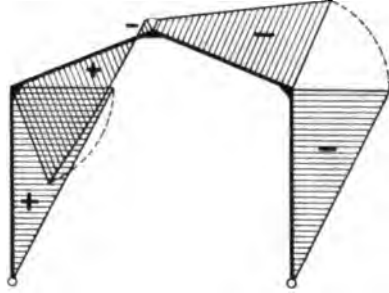
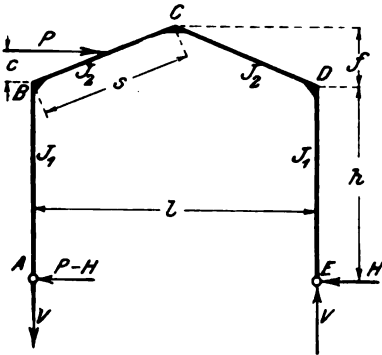
$$\text{in BC: } M_x = (P - H)(h + y) - Vx - \frac{qy^2}{2}$$

$$M_C = V \cdot \frac{l}{2} - H(h + f)$$

$$M_D = -Hh$$

Zweistieliger Zweigelenkrahmen mit senkrechten Ständern und satteldachförmigem Querriegel.

Wagerechte Einzellast an beliebiger Stelle des Querriegels.



$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{h}{s}$$

$$V = \frac{P(h+c)}{l}$$

$$H = \frac{P}{4} \cdot \frac{2kh^2 + 3(h+c)(2h+f) - \frac{c^2}{f}(3h+c)}{h^2(3+k) + f(3h+f)}$$

Momente:

$$M_B = (P-H)h$$

$$M_P = (P-H)(h+c) - \frac{P(c+h)c}{2f}$$

$$M_C = \frac{P(c+h)}{2} - H(h+f)$$

$$M_D = -Hh.$$

Für $c=f$:

$$V = \frac{P(h+f)}{l}$$

$$H = \frac{P}{2}$$

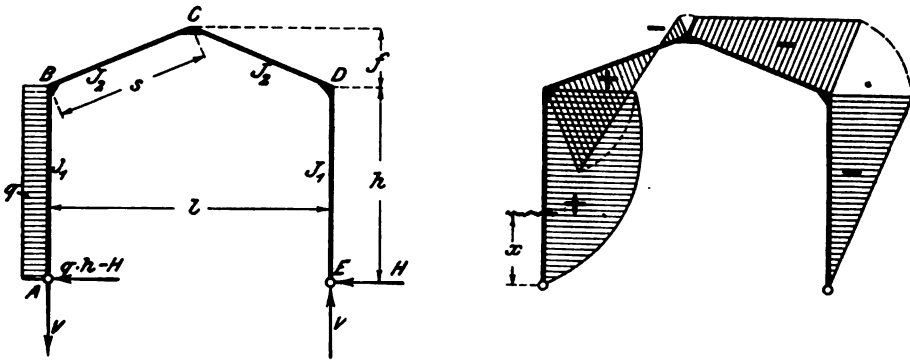
$$M_B = \frac{P}{2} \cdot h$$

$$M_C = 0$$

$$M_D = -\frac{P}{2} \cdot h.$$

Zweistieliger Zweigelenkrahmen mit senkrechten Ständern und satteldachförmigem Querriegel.

Wagerechte, gleichmäßig verteilte Belastung eines Ständers auf dessen ganze Höhe.



$$V = \frac{q h^2}{2 l}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{h}{s}$$

$$H = \frac{q h^2}{16} \cdot \frac{5 h k + 6 (2 h + f)}{h^2 (3 + k) + f (3 h + f)}$$

Momente:

in AB (Ordinate x von A aus gemessen):

$$M_x = (q h - H) x - \frac{q x^2}{2}$$

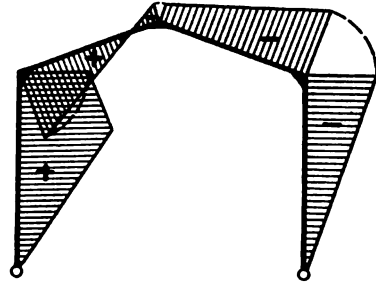
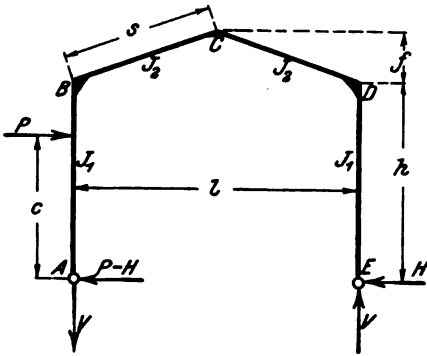
$$M_B = \frac{q h^2}{2} - H h$$

$$M_C = \frac{q h^2}{4} - H (h + f)$$

$$M_D = - H h.$$

Zweistieliger Zweigelenkrahmen mit senkrechten Ständern und satteldachförmigem Querriegel.

Wagerechte Einzellast an beliebiger Stelle eines Ständers.



$$V = \frac{Pc}{l}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{h}{s}$$

$$H = \frac{Pc}{4} \cdot \frac{k \left(3h - \frac{c^2}{h} \right) + 3(2h + f)}{h^2(3 + k) + f(3h + f)}$$

Momente:

$$M_P = (P - H)c$$

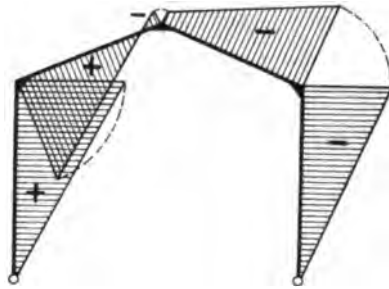
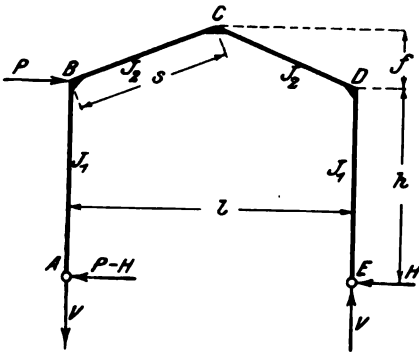
$$M_B = Pc - Hh$$

$$M_C = \frac{Pc}{2} - H(h + f)$$

$$M_D = -Hh.$$

**Zweistieliger Zweigelenkrahmen mit senkrechten
Ständern und satteldachförmigem Querriegel.**

Wagerechte Einzellast an einer Rahmenecke.



$$V = \frac{Ph}{l}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{h}{s}$$

$$H = \frac{Ph}{4} \cdot \frac{2hk + 3(2h + f)}{h^2(3 + k) + f(3h + f)}.$$

Momente:

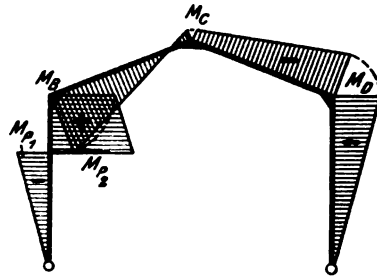
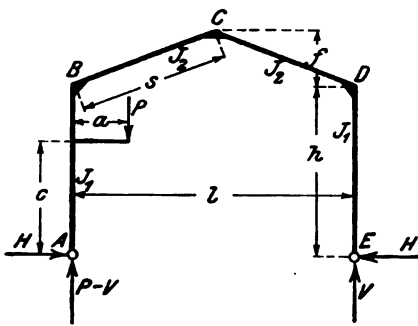
$$M_B = (P - H) h$$

$$M_C = \frac{Ph}{2} - H(h + f)$$

$$M_D = -Hh.$$

Zweistieliger Zweigelenkrahmen mit senkrechten Ständern und satteldachförmigem Querriegel.

Innenkonsole an einem Ständer mit Einzellast.



$$V = \frac{Pa}{l}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{h}{s}$$

$$H = \frac{3Pa}{4h} \cdot \frac{k(h^2 - c^2) + h(2h + f)}{h^2(3 + k) + f(3h + f)}$$

Momente:

$$M_{P_1} = -Hc$$

$$M_{P_2} = Pa - Hc$$

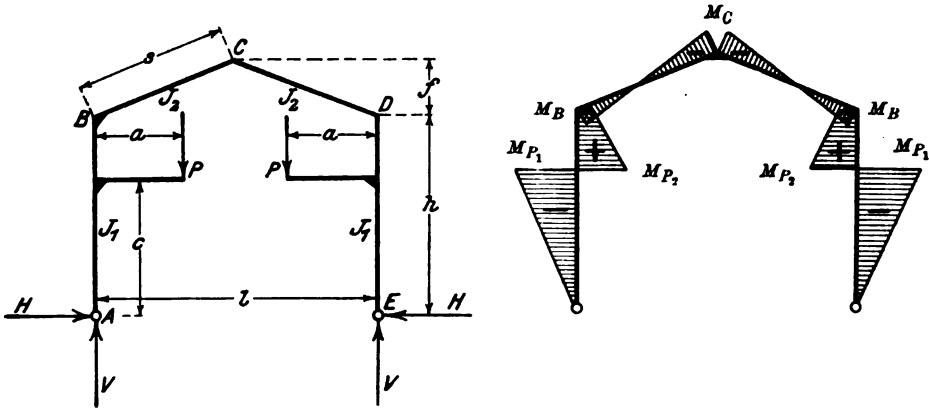
$$M_B = Pa - Hh$$

$$M_C = P \cdot \frac{a}{2} - H(h + f)$$

$$M_D = -Hh.$$

Zweistieliger Zweigelenkrahmen mit senkrechten Ständern und satteldachförmigem Querriegel.

Innenkonsolen an beiden Ständern mit Einzellasten.



$$V = P$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{h}{s}$$

$$H = \frac{3Pa}{2h} \cdot \frac{k(h^2 - c^2) + h(2h + f)}{h^2(3 + k) + f(3h + f)}$$

Momente:

$$M_{P_1} = -Hc \text{ (dicht unterhalb der Konsole)}$$

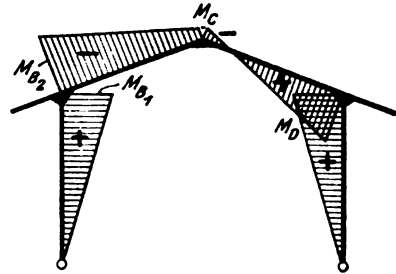
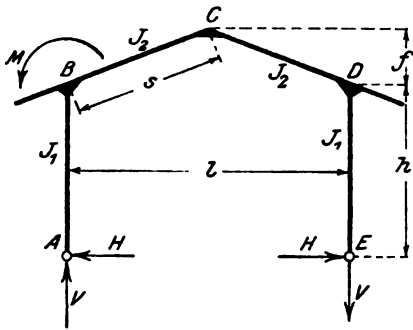
$$M_{P_2} = Pa - Hc \text{ (dicht oberhalb der Konsole)}$$

$$M_B = M_D = Pa - Hh$$

$$M_C = Pa - H(h + f).$$

Zweistieliger Zweigelenkrahmen mit senkrechten Ständern und satteldachförmigem Querriegel.

Angriffsmoment in einer Rahmenecke.



$$V = \frac{M}{l}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{h}{s}$$

$$H = \frac{3M}{4} \cdot \frac{2h + f}{h^2(3 + k) + f(3h + f)}$$

Momente:

$$M_{B_1} = Hh$$

$$M_{B_2} = Hh - M$$

$$M_C = H(h + f) - \frac{M}{2}$$

$$M_D = Hh.$$

VII.

Zweistielige Zweigelenkrahmen

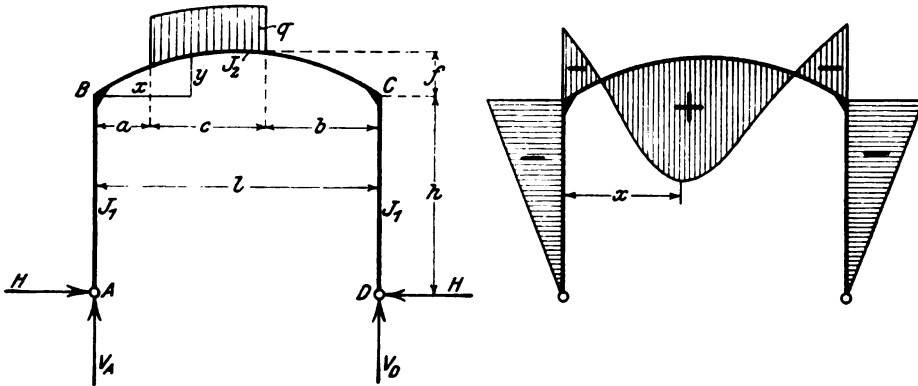
mit senkrechten Ständern und parabolischem Querriegel.

11 Fälle.

Bemerkung: In sämtlichen Formeln dieses Abschnitts ist angenommen worden, daß $\frac{ds}{J}$ für den Querriegel konstant ist.

Zweistieliger Zweigelenkrahmen mit senkrechten Ständern und parabolischem Querriegel.

Senkrechte, gleichmäßig verteilte Streckenbelastung des Querriegels in beliebiger Lage.



$$V_A = \frac{qc}{2l} (2b + c)$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{h}{l}; \quad y = \frac{4f}{l^2} \cdot x(l-x)$$

$$V_D = \frac{qc}{2l} (2a + c)$$

$$H = \frac{qc}{4l^3} \cdot \frac{5cl(3l^2h + 2l^2f - 2chl - 2c^2f) + 4c^4f + 10a(3hl^3 + 2fl^3 - 3chl^2 - 5h^2(2k + 3) + 4f(5h + 2f))}{5h^2(2k + 3) + 4f(5h + 2f)}$$

(Fortsetzung des Zählers) $- 4c^2fl + 2c^3f) - 10a^2(3hl^2 + 6cfl - 4c^2f) - 20a^3f(2l - 2c - a).$

Momente (Abszisse x und Ordinate y von B aus gemessen):

in den Rahmenecken:

$$M_B = M_C = -Hh$$

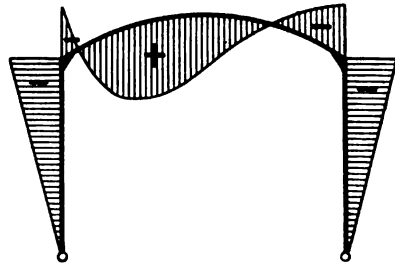
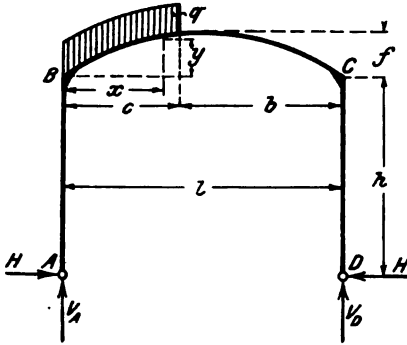
für die Strecke a : $M_x = V_A x - H(h + y)$

„ „ „ c : $M_x = V_A x - H(h + y) - \frac{q}{2} (x - a)^2$

„ „ „ b : $M_x = V_D (l - x) - H(h + y).$

Zweistieliger Zweigelenkrahmen mit senkrechten Ständern und parabolischem Querriegel.

Senkrechte, gleichmäßig verteilte Belastung des Querriegels an dessen einem Ende.



$$y = \frac{4f}{l^2} \cdot x(l-x); \quad k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{h}{l}.$$

$$\underline{c < \frac{l}{2}}$$

$$V_A = \frac{qc}{2l} (2l - c)$$

$$V_D = \frac{qc^2}{2l}$$

$$H = \frac{qc}{4l^3} \cdot \frac{5cl^3(3h+2f) - 2c^3f(5l-2c) - 10c^2hl^2}{5h^2(2k+3) + 4f(5h+2f)}$$

$$\underline{c = \frac{l}{2}}$$

$$V_A = \frac{3ql}{8}$$

$$V_D = \frac{ql}{8}$$

$$H = \frac{ql^2}{8} \cdot \frac{5h+4f}{5h^2(2k+3) + 4f(5h+2f)}$$

Momente (Abszisse x und Ordinate y von B aus gemessen):

$$M_B = M_C = -Hh$$

$$M_B = M_C = -Hh$$

$$\text{für } c: \quad M_x = \frac{qx}{2} \left(2c - x - \frac{c^2}{l} \right) - H(h+y)$$

$$M_x = \frac{qx}{8} (3l - 4x) - H(h+y)$$

$$\text{„ } x=c: \quad M_C = \frac{qc^2}{2l} (l-c) - H(h+y_c)$$

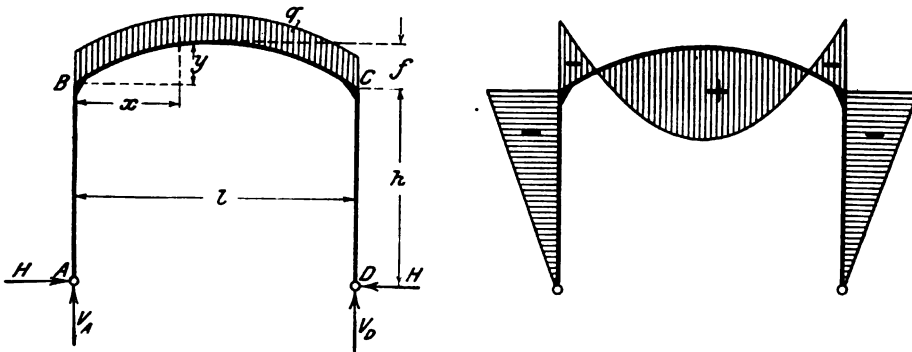
$$M_C = \frac{ql^2}{16} - H(h+f)$$

$$\text{„ } b: \quad M_x = \frac{qc^2}{2l} (l-x) - H(h+y)$$

$$M_x = \frac{ql}{8} (l-x) - H(h+y).$$

Zweistieliger Zweigelenrahmen mit senkrechten Ständern und parabolischem Querriegel.

Senkrechte, gleichmäßig verteilte Belastung des ganzen Querriegels.



$$V_A = V_D = \frac{ql}{2}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{h}{l}; \quad y = \frac{4f}{l^2} \cdot x(l-x)$$

$$H = \frac{ql^2}{4} \cdot \frac{5h + 4f}{5h^2(2k+3) + 4f(5h+2f)}$$

Momente:

in den Rahmenecken:

$$M_B = M_C = -Hh$$

für BC (Abszisse x und Ordinate y von B aus gemessen):

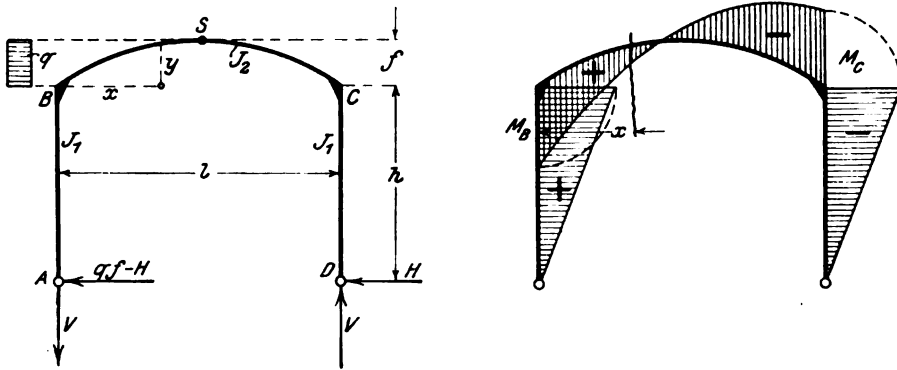
$$M_x = \frac{qx}{2}(l-x) - H(h+y)$$

Maximalmoment in der Mitte des Querriegels:

$$+ M_{\max} = \frac{ql^2}{8} - H(h+f).$$

Zweistieliger Zweigelenkrahmen mit senkrechten Ständern und parabolischem Querriegel.

Wagerechte, gleichmäßig verteilte Belastung des halben Querriegels.



$$V = \frac{qf(2h+f)}{2l} \quad k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{h}{l}; \quad y = \frac{4f}{l^2} \cdot x(l-x)$$

$$H = \frac{qf}{28} \cdot \frac{70h^2(2k+3) + f(273h+64f)}{5h^2(2k+3) + 4f(5h+2f)}.$$

Momente (Abszisse x und Ordinate y von B aus gemessen):

$$M_B = (qf - H)h$$

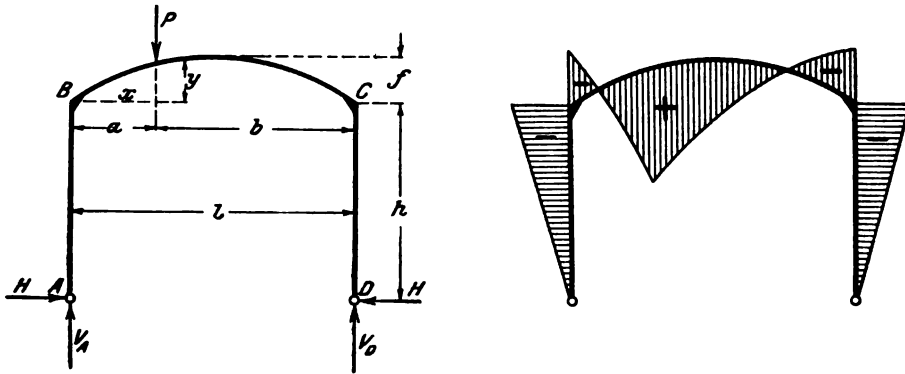
$$\text{für } BS: \quad M_x = (qf - H)(h + y) - Vx - \frac{qy^2}{2}$$

$$\text{„ } SC: \quad M_x = V(l - x) - H(h + y)$$

$$M_C = -Hh.$$

Zweistieliger Zweigelenkrahmen mit senkrechten Ständern und parabolischem Querriegel.

Senkrechte Einzellast an beliebiger Stelle des Querriegels.



$$V_A = \frac{Pb}{l}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{h}{l}$$

$$V_D = \frac{Pa}{l}$$

$$y = \frac{4f}{l^2} \cdot x(l-x)$$

$$H = \frac{5Pa}{2l^3} \cdot \frac{3bh l^3 + 2fl^3 - 4fa^2l + 2fa^3}{5h^2(2k+3) + 4f(5h+2f)}$$

Momente:

in den Rahmenecken:

$$M_B = M_C = -Hh$$

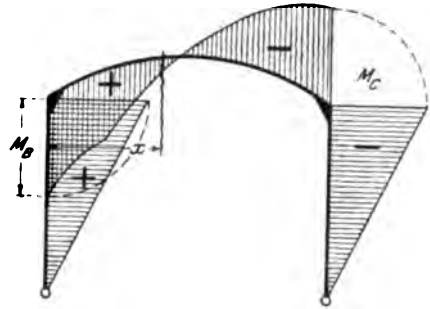
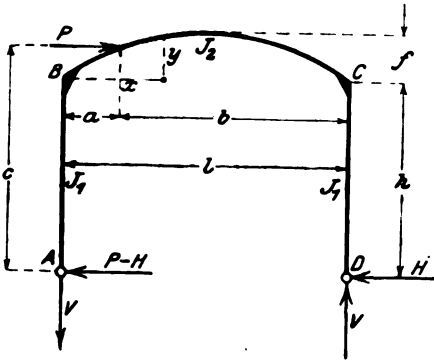
im Querriegel:

$$M_x = M_0 - H(h+y)$$

(M_0 = Moment des freiaufliegenden Trägers BC).

Zweistieliger Zweigelenkrahmen mit senkrechten Ständern und parabolischem Querriegel.

Wagerechte Einzellast an beliebiger Stelle des Querriegels.



$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{h}{l}$$

$$y = \frac{4f}{l^2} \cdot x(l-x)$$

$$\alpha = \frac{a}{l} = \frac{1}{2} \pm \sqrt{\frac{h+f-c}{4f}}$$

$$V = P \cdot \frac{c}{l}$$

$$H = \frac{P}{2} \cdot \frac{h^2(10k+7+13\alpha) + 4hf(1+9\alpha) + 23\alpha f^2 - 6hc(\alpha-1) - 2cf(8\alpha-3) - c^2(7\alpha-2)}{5h^2(2k+3) + 4f(5h+2f)}$$

Momente:

in der Rahmenecke B : $M_B = + (P - H) h$

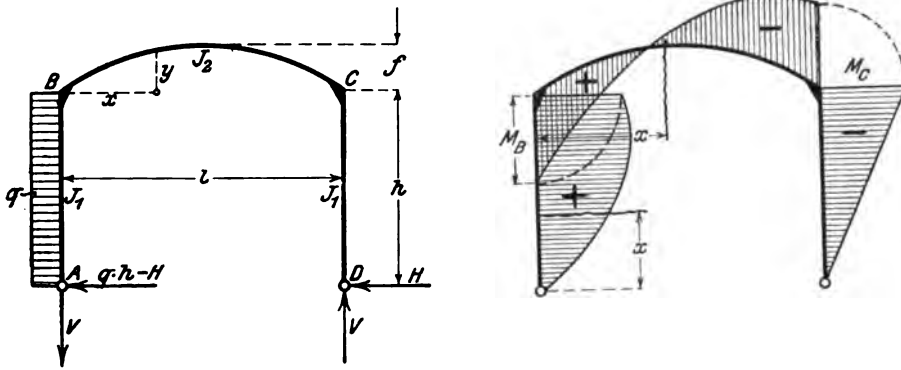
für BP: $M_x = (P - H)(h + y) - Vx$

$$,, \text{ PC: } \underline{M}_x = V(l-x) - H(h+y)$$

$$M_c = -Hh.$$

Zweistieliger Zweigelenkrahmen mit senkrechten Ständern und parabolischem Querriegel.

Wagerechte, gleichmäßig verteilte Belastung eines Ständers.



$$V = \frac{qh^2}{2l}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{h}{l}$$

$$H = \frac{5qh^3}{8} \cdot \frac{h(5k+6) + 4f}{5h^2(2k+3) + 4f(5h+2f)}$$

$$y = \frac{4f}{l^2} \cdot x(l-x).$$

Momente:

für AB (Ordinate x von A aus gemessen):

$$M_x = (qh - H)x - \frac{qx^2}{2}$$

$$M_B = \frac{qh^2}{2} - Hh$$

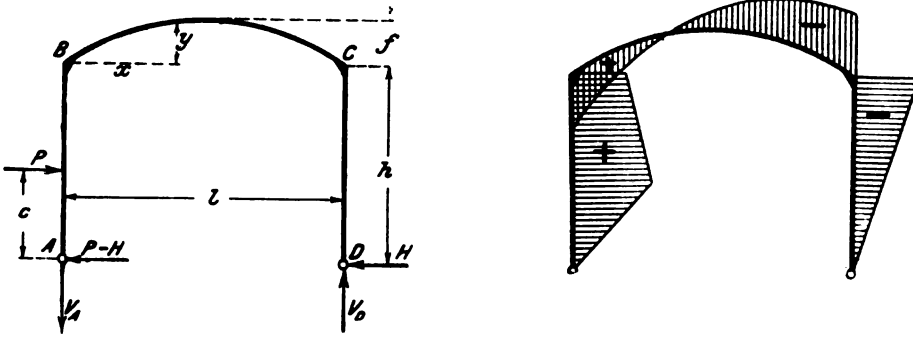
für BC (Abszisse x und Ordinate y von B aus gemessen):

$$M_x = V(l-x) - H(h+y)$$

$$M_C = -Hh.$$

Zweistieliger Zweigelenkrahmen mit senkrechten Ständern und parabolischem Querriegel.

Wagerechte Einzellast an beliebiger Stelle eines Ständers.



$$V_A = V_D = P \cdot \frac{c}{l}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{h}{l}$$

$$H = \frac{5 P c}{2 h} \cdot \frac{3 h^2 (k + 1) + 2 f h - c^2 k}{5 h^2 (2 k + 3) + 4 f (5 h + 2 f)}$$

$$y = \frac{4 f}{l^2} \cdot x (l - x).$$

Momente:

an der Lastangriffsstelle:

$$M_P = + (P - H) c$$

in der Rahmenecke B:

$$M_B = + P c - H h$$

für BC (Abszisse x und Ordinate y von B aus gemessen):

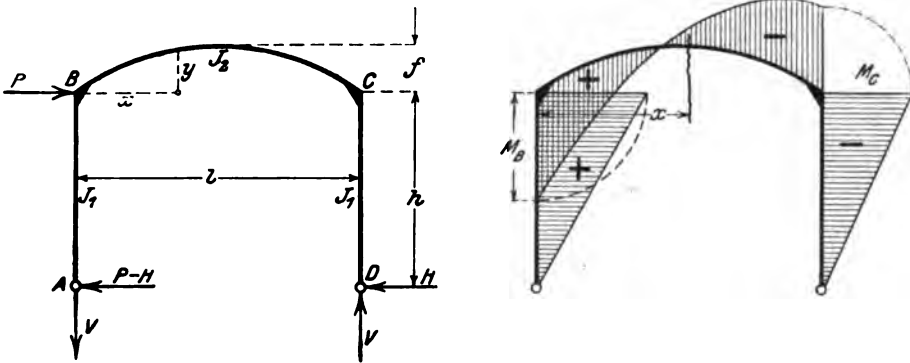
$$M_x = P \cdot \frac{c}{l} (l - x) - H (h + y)$$

in der Rahmenecke C:

$$M_C = - H h.$$

Zweistieliger Zweigelenkrahmen mit senkrechten Ständern und parabolischem Querriegel.

Wagerechte Einzellast an einer Rahmenecke.



$$V = P \cdot \frac{h}{l}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{h}{l}$$

$$H = \frac{5P}{2} \cdot \frac{h^2(2k+3) + 2fh}{5h^2(2k+3) + 4f(5h+2f)}$$

$$y = \frac{4f}{l^2} \cdot x(l-x).$$

Momente:

in der Rahmenecke B :

$$M_B = (P - H)h$$

für BC (Abszisse x und Ordinate y von B aus gemessen):

$$M_x = P \cdot \frac{h}{l} (l-x) - H(h+y)$$

in der Rahmenecke C :

$$M_C = -Hh.$$

THE UNIVERSITY OF CHICAGO PRESS

1995

CHICAGO, ILLINOIS

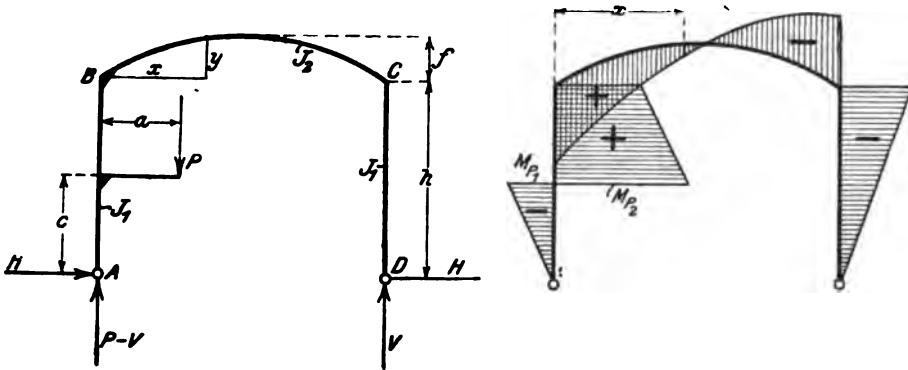
1995

PRINTED IN THE UNITED STATES OF AMERICA

ALL RIGHTS RESERVED

Zweistieliger Zweigelenkrahmen mit senkrechten Ständern und parabolischem Querriegel.

Innenkonsole an einem Ständer mit Einzellast.



$$V = P \cdot \frac{a}{l}$$

$$y = \frac{4f}{l^2} \cdot x(l-x); \quad k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{h}{l}$$

$$H = \frac{5Pa}{2h} \cdot \frac{3k(h^2 - c^2) + h(3h + 2f)}{5h^2(2k + 3) + 4f(5h + 2f)}.$$

Momente:

$$M_A = -Hc$$

$$M_D = Pa - Hc$$

$$M_B = Pa - Hh$$

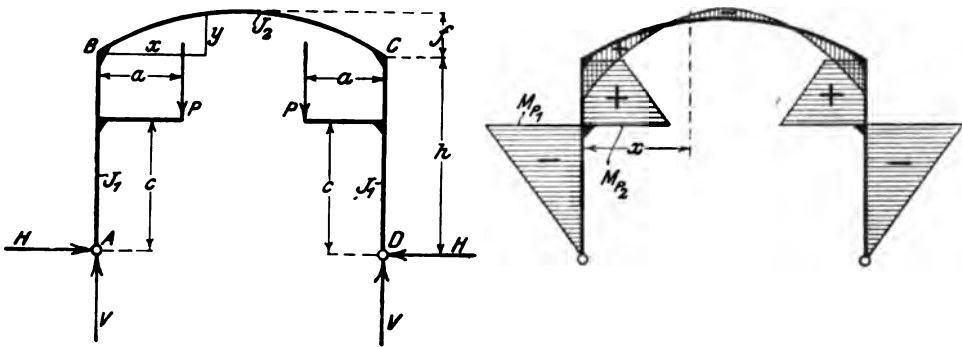
im Querriegel (Abszisse x und Ordinate y von B aus gemessen):

$$M_x = P \cdot \frac{a}{l} (l-x) - H(h+y)$$

$$M_C = -Hh.$$

Zweistieliger Zweigelenkrahmen mit senkrechten Ständern und parabolischem Querriegel.

Innenkonsolen an beiden Ständern mit Einzellasten.



$$V = P$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{h}{l}; \quad y = \frac{1}{2} \frac{f}{l^2} \cdot x(l-x)$$

$$H = \frac{5Pa}{h} \cdot \frac{3k(h^2 - c^2) + h(3h + 2f)}{5h^2(2k + 3) + 4f(5h + 2f)}.$$

Momente:

$$M_{P_1} = -Hc$$

$$M_{P_2} = Pa - Hc$$

$$M_B = M_C = Pa - Hh$$

im Querriegel:

$$M_x = Pa - H(h + y).$$

THE UNIVERSITY OF CHICAGO

PHYSICS DEPARTMENT

PHYSICS 311

LECTURE 11

LECTURE 11

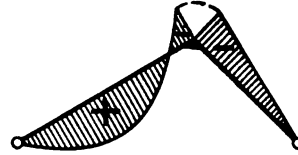
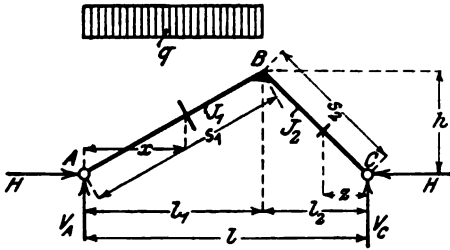
VIII. Dreieckrahmen

mit Fußgelenken.

16 Fälle.

Dreieckrahmen mit Fußgelenken.

Senkrechte, gleichmäßig verteilte Belastung des längeren Schenkels
(ungleichschenkliger Dreieckrahmen).



$$V_A = \frac{q l_1}{2 l} (l + l_2)$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{s_1}{s_2}$$

$$V_C = \frac{q l_1^2}{2 l}$$

$$H = \frac{q l_1^2}{8 l h} \cdot \frac{4 l_2 + (l + 4 l_2) k}{1 + k}$$

Momente:

$$\text{für } AB: \quad M_x = V_A x - H \cdot \frac{h x}{l_1} - \frac{q x^2}{2}$$

$$M_B = V_C l_2 - H h$$

$$\text{„ } BC: \quad M_z = V_C z - H \cdot \frac{h z}{l_2}$$

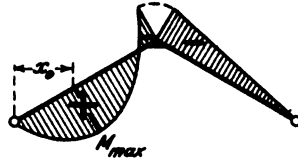
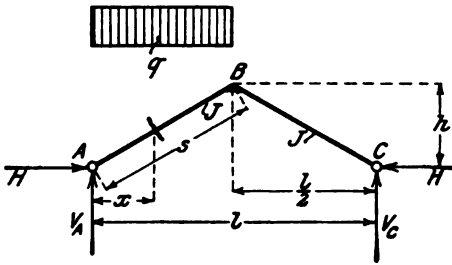
Normalkräfte:

$$\text{für } AB: \quad N_x = (V_A - q x) \frac{h}{s_1} + H \cdot \frac{l_1}{s_1}$$

$$\text{„ } BC: \quad N = V_C \cdot \frac{h}{s_2} + H \cdot \frac{l_2}{s_2}$$

Dreieckrahmen mit Fußgelenken.

Senkrechte, gleichmäßig verteilte Belastung des einen Schenkels
(gleichschenkliger Dreieckrahmen).



$$V_A = \frac{3}{8} q l$$

$$V_C = \frac{q l}{8}$$

$$H = \frac{5 q l^2}{64 h}.$$

Momente:

$$\text{für } AB: \quad M_x = \frac{7 q l x}{32} - \frac{q x^2}{2}$$

$$+ M_{\max} = + \frac{49}{2048} q l^2 = \sim + \frac{q l^2}{42}; \quad \text{für } x_0 = \frac{7}{32} l$$

$$M_B = - \frac{q l^2}{64}$$

$$\text{für } BC: \quad M_s = - \frac{q l s}{32}.$$

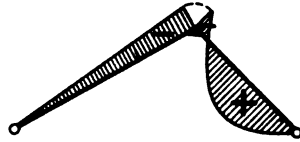
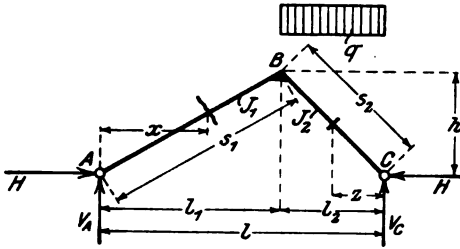
Normalkräfte:

$$\text{für } AB: \quad N_x = (V_A - q x) \frac{h}{s} + H \cdot \frac{l}{2 s}$$

$$\text{„ } BC: \quad N = V_C \cdot \frac{h}{s} + H \cdot \frac{l}{2 s}.$$

Dreieckrahmen mit Fußgelenken.

Senkrechte, gleichmäßig verteilte Belastung des kürzeren Schenkels
(ungleichschenkliger Dreieckrahmen).



$$V_A = \frac{q l_2^2}{2 l}$$

$$k = -\frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{s_1}{s_2}$$

$$V_C = \frac{q l_2}{2 l} (l + l_1)$$

$$H = \frac{q l_2^2}{8 l h} \cdot \frac{4 l_1 + l + 4 l_1 k}{1 + k}$$

Momente:

$$\text{für } AB: M_x = V_A x - H \cdot \frac{h x}{l_1}$$

$$M_B = V_A l_1 - H h$$

$$\text{„ } BC: M_z = V_C z - H \cdot \frac{h z}{l_2} - \frac{q z^2}{2}$$

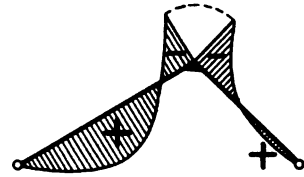
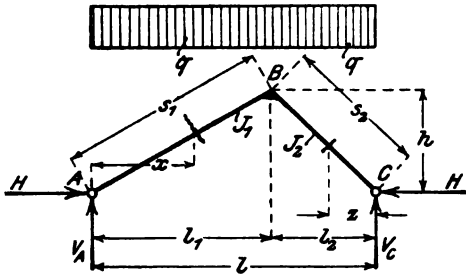
Normalkräfte:

$$\text{für } AB: N = V_A \cdot \frac{h}{s_1} + H \cdot \frac{l_1}{s_1}$$

$$\text{„ } BC: N_z = (V_C - q z) \frac{h}{s_2} + H \cdot \frac{l_2}{s_2}$$

Dreieckrahmen mit Fußgelenken.

Senkrechte, gleichmäßig verteilte Belastung beider Schenkel
(ungleichschenkliger Dreieckrahmen).



$$V_A = V_C = \frac{ql}{2}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{s_1}{s_2}$$

$$H = \frac{q}{8h} \cdot \frac{l_2(4l_1 + l_2) + (l_1 + 4l_2)l_1 k}{1 + k}.$$

Momente:

$$\text{für } AB: M_x = \frac{qx(l-x)}{2} - H \cdot \frac{hx}{l_1}$$

$$M_B = \frac{ql_1 l_2}{2} - Hh$$

$$\text{„ } BC: M_z = \frac{qz(l-z)}{2} - H \cdot \frac{hz}{l_2}.$$

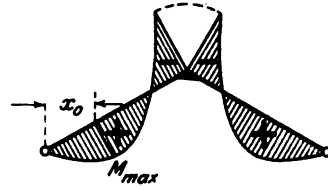
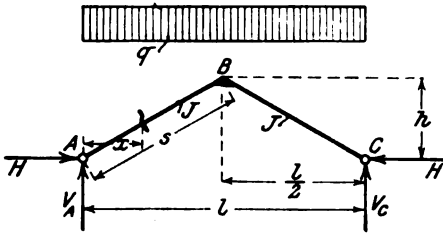
Normalkräfte:

$$\text{für } AB: N_x = (V_A - qx) \frac{h}{s_1} + H \cdot \frac{l_1}{s_1}$$

$$\text{„ } BC: N_z = (V_C - qz) \frac{h}{s_2} + H \cdot \frac{l_2}{s_2}.$$

Dreieckrahmen mit Fußgelenken.

Senkrechte, gleichmäßig verteilte Belastung beider Schenkel
(gleichschenkliger Dreieckrahmen).



$$V_A = V_C = \frac{ql}{2}$$

$$H = \frac{5ql^2}{32h}$$

Momente:

$$\text{für } AB: M_x = \frac{3qlx}{16} - \frac{qx^2}{2}$$

$$+ M_{\max} = + \frac{9}{512} ql^2 = \sim + \frac{ql^2}{57}; \quad \text{für } x_0 = \frac{3}{16} l$$

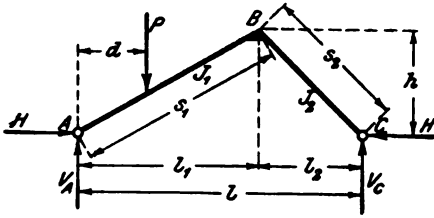
$$M_B = - \frac{ql^2}{32}$$

Normalkräfte:

$$\text{für } AB: N_x = (V_A - qx) \frac{h}{s} + H \cdot \frac{l}{2s}$$

Dreieckrahmen mit Fußgelenken.

Senkrechte Einzellast an beliebiger Stelle des längeren Schenkeis
(ungleichschenkliger Dreieckrahmen).



$$V_A = P \cdot \frac{l-d}{l}$$

$$V_C = P \cdot \frac{d}{l}$$

$$H = \frac{P d}{2 l h} \cdot \frac{2 l_2 + (3 l - l d^2 - 2 l_1) k}{1 + k}.$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{s_1}{s_2}$$

$$\delta = \frac{d}{l_1}$$

Momente:

$$M_P = V_A d - H \cdot \frac{h d}{l_1}$$

$$M_B = V_C l_2 - H h.$$

Normalkräfte:

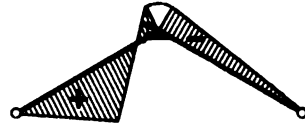
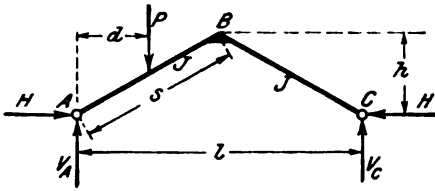
$$\text{für } AP: \quad N = V_A \cdot \frac{h}{s_1} + H \cdot \frac{l_1}{s_1}$$

$$\text{„ } PB: \quad N = (V_A - P) \cdot \frac{h}{s_1} + H \cdot \frac{l_1}{s_1}$$

$$\text{„ } BC: \quad N = V_C \cdot \frac{h}{s_2} + H \cdot \frac{l_2}{s_2}.$$

Dreieckrahmen mit Fußgelenken.

Senkrechte Einzellast an beliebiger Stelle des einen Schenkels
(gleichschenkliger Dreieckrahmen).



$$V_A = P \cdot \frac{l-d}{l}$$

$$V_C = P \cdot \frac{d}{l}$$

$$H = \frac{P d}{4 l h} (3 l - 4 d \delta).$$

$$\delta = \frac{d}{l}$$

Momente:

$$M_P = P d \left(1 - \frac{5}{2} \delta + 2 \delta^3 \right)$$

$$M_B = P d \left(\delta^2 - \frac{1}{4} \right).$$

Normalkräfte:

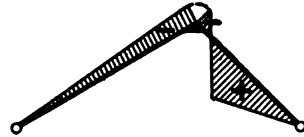
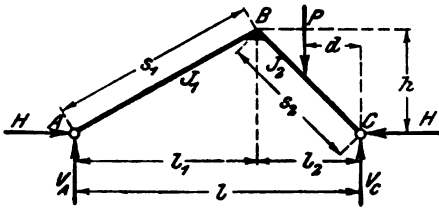
$$\text{für } AP: \quad N = V_A \cdot \frac{h}{s} + H \cdot \frac{l}{2s}$$

$$\text{„ } PB: \quad N = (V_A - P) \frac{h}{s} + H \cdot \frac{l}{2s}$$

$$\text{„ } BC: \quad N = V_C \cdot \frac{h}{s} + H \cdot \frac{l}{2s}$$

Dreieckrahmen mit Fußgelenken.

Senkrechte Einzellast an beliebiger Stelle des kürzeren Schenkeis
(ungleichschenkliger Dreieckrahmen).



$$V_A = P \cdot \frac{d}{l}$$

$$V_C = P \cdot \frac{l-d}{l}$$

$$H = \frac{P d}{2 l h} \cdot \frac{3 l - l \delta^2 - 2 l_2 + 2 l_1 k}{1 + k}.$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{s_1}{s_2}$$

$$\delta = \frac{d}{l_2}$$

Momente:

$$M_B = V_A l_1 - H h$$

$$M_P = V_C d - H \cdot \frac{h d}{l_2}.$$

Normalkräfte:

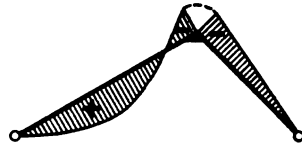
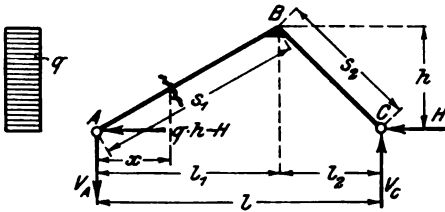
$$\text{für } AB: \quad N = V_A \cdot \frac{h}{s_1} + H \cdot \frac{l_1}{s_1}$$

$$\text{,, } BP: \quad N = (V_C - P) \frac{h}{s_2} + H \cdot \frac{l_2}{s_2}$$

$$\text{,, } PC: \quad N = V_C \cdot \frac{h}{s_2} + H \cdot \frac{l_2}{s_2}.$$

Dreieckrahmen mit Fußgelenken.

Wagerechte, gleichmäßig verteilte Belastung des längeren Schenkels
(ungleichschenkliger Dreieckrahmen).



$$V_A = V_C = \frac{q h^2}{2 l}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{s_1}{s_2}$$

$$H = \frac{q h}{8 l} \cdot \frac{4 l_2 + (l_1 + 5 l_2) k}{1 + k}$$

Momente:

$$\text{für } AB: \quad M_x = (q h - H) \cdot \frac{h x}{l_1} - V_A x - \frac{q h^2 x^2}{2 l_1^2}$$

$$M_B = V_A l_2 - H h.$$

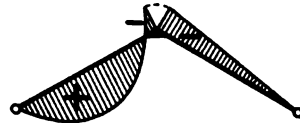
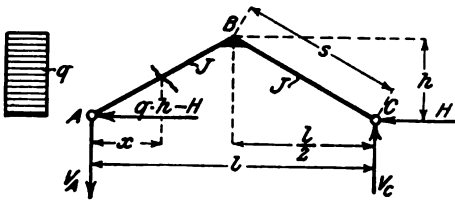
Normalkräfte:

$$\text{für } AB: \quad N_x = -V_A \cdot \frac{h}{s_1} - \left(q h - H - \frac{q h x}{l_1} \right) \frac{l_1}{s_1}$$

$$\text{„ } BC: \quad N = V_A \cdot \frac{h}{s_2} + H \cdot \frac{l_2}{s_2}$$

Dreieckrahmen mit Fußgelenken.

Wagerechte, gleichmäßig verteilte Belastung des einen Schenkels
(gleichschenkliger Dreieckrahmen).



$$V_A = V_C = \frac{qh^2}{2l}$$

$$H = \frac{5}{16} \cdot qh.$$

Momente:

$$\text{für } AB: M_x = \frac{qh^2x}{8l^2} (7l - 16x)$$

$$M_B = -\frac{qh^2}{16}.$$

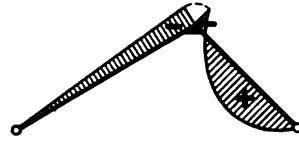
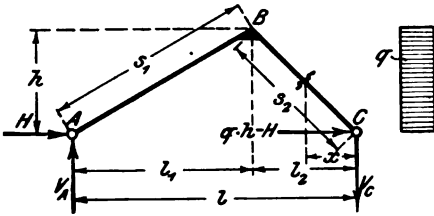
Normalkräfte:

$$\text{für } AB: N_x = -V_A \cdot \frac{h}{s} - \left(qh - H - \frac{2qh x}{l} \right) \frac{l}{2s}$$

$$\text{„ } BC: N = V_A \cdot \frac{h}{s} + H \cdot \frac{l}{2s}.$$

Dreieckrahmen mit Fußgelenken.

Wagerechte, gleichmäßig verteilte Belastung des kürzeren Schenkels
(ungleichschenkliger Dreieckrahmen).



$$V_A = V_C = \frac{q h^2}{2 l}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{s_1}{s_2}$$

$$H = \frac{q h}{8 l} \cdot \frac{5 l_1 + l_2 + 4 l_1 k}{1 + k}$$

Momente:

$$M_B = V_A l_1 - H h$$

$$\text{für } BC: M_x = (q h - H) \frac{h x}{l_2} - V_A x - \frac{q h^2 x^2}{2 l_2^2}$$

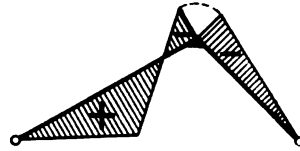
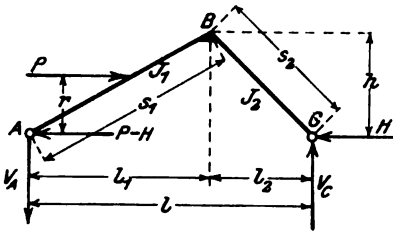
Normalkräfte:

$$\text{für } AB: N = V_A \cdot \frac{h}{s_1} + H \cdot \frac{l_1}{s_1}$$

$$\text{„ } BC: N_x = -V_A \cdot \frac{h}{s_2} - \left(q h - H - \frac{q h x}{l_2} \right) \frac{l_2}{s_2}$$

Dreieckrahmen mit Fußgelenken.

Wagerechte Einzellast an beliebiger Stelle eines Schenkels
(ungleichschenkliger Dreieckrahmen).



$$V_A = V_C = P \cdot \frac{r}{l}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{s_1}{s_2}$$

$$H = \frac{P \delta}{2l} \cdot \frac{2l_2 + (l + 2l_2 - l\delta^2)k}{1+k}$$

$$\delta = \frac{r}{h}$$

Momente:

$$M_P = (P - H)r - V_A l_1 \delta$$

$$M_B = V_A l_2 - Hh.$$

Normalkräfte:

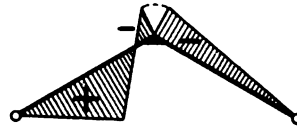
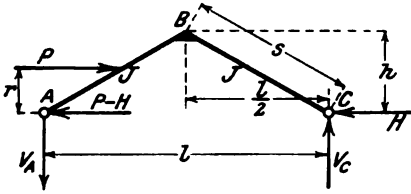
$$\text{für } AP: N = -V_A \cdot \frac{h}{s_1} - (P - H) \frac{l_1}{s_1}$$

$$,, \quad PB: N = -V_A \cdot \frac{h}{s_1} + H \cdot \frac{l_1}{s_1}$$

$$,, \quad BC: N = V_A \cdot \frac{h}{s_2} + H \cdot \frac{l_2}{s_2}$$

Dreieckrahmen mit Fußgelenken.

Wagerechte Einzellast an beliebiger Stelle eines Schenkels
(gleichschenkliger Dreieckrahmen).



$$V_A = V_C = P \cdot \frac{r}{l}$$

$$\delta = \frac{r}{h}$$

$$H = \frac{P\delta}{4}(3 - \delta^2).$$

Momente:

$$M_P = \frac{Pr}{4}(4 - 5\delta + \delta^3)$$

$$M_B = -\frac{Pr}{4}(1 - \delta^3).$$

Normalkräfte:

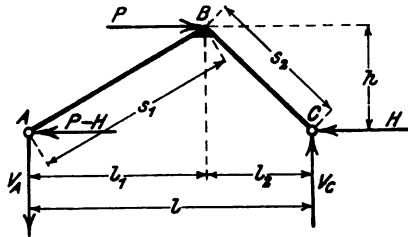
$$\text{für } AP: \quad N = -V_A \cdot \frac{h}{s_1} - (P - H) \cdot \frac{l_1}{s_1}$$

$$\text{„ } PB: \quad N = -V_A \cdot \frac{h}{s_1} + H \cdot \frac{l_1}{s_1}$$

$$\text{„ } BC: \quad N = V_A \cdot \frac{h}{s_2} + H \cdot \frac{l_2}{s_2}$$

Dreieckrahmen mit Fußgelenken.

Wagerechte Einzellast an der Rahmenspitze
(ungleichschenkliger Dreieckrahmen).



$$V_A = V_C = P \cdot \frac{h}{l}$$

$$H = \frac{P l_2}{l}.$$

Sämtliche Momente = 0.

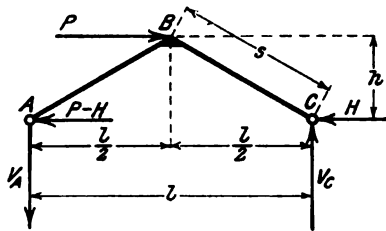
Normalkräfte:

$$\text{für } AB: N = -V_A \cdot \frac{h}{s_1} - (P-H) \frac{l_1}{s_1}$$

$$\text{„ } BC: N = V_A \cdot \frac{h}{s_2} + H \cdot \frac{l_2}{s_2}.$$

Dreieckrahmen mit Fußgelenken.

Wagerechte Einzellast an der Rahmenspitze
(gleichschenkliger Dreieckrahmen).



$$V_A = V_C = P \cdot \frac{h}{l}$$

$$H = \frac{P}{2}$$

Sämtliche Momente = 0.

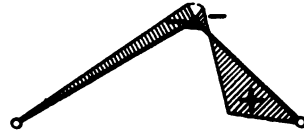
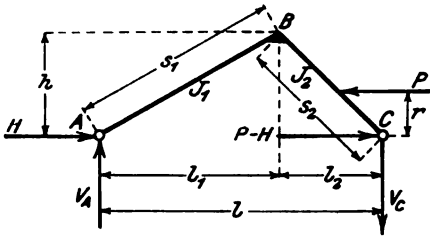
Normalkräfte:

$$\text{für } AB: N = -P \cdot \frac{4h^2 - l^2}{4ls}$$

$$\text{„ } BC: N = +P \cdot \frac{4h^2 + l^2}{4ls}$$

Dreieckrahmen mit Fußgelenken.

Wagerechte Einzellast an beliebiger Stelle des kürzeren Schenkels
(ungleichschenkliger Dreieckrahmen).



$$V_A = V_C = P \cdot \frac{r}{l}$$

$$H = \frac{P \delta}{2l} \cdot \frac{l + 2l_1 - l\delta^2 + 2l_1 k}{1 + k}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{s_1}{s_2}$$

$$\delta = \frac{r}{h}$$

Momente:

$$M_B = V_A l_1 - H h$$

$$M_P = (P - H) r - V_C l_2 \delta.$$

Normalkräfte:

$$\text{für } AB: N = V_A \cdot \frac{h}{s_1} + H \cdot \frac{l_1}{s_1}$$

$$,, \quad BP: N = -V_A \cdot \frac{h}{s_2} + H \cdot \frac{l_2}{s_2}$$

$$,, \quad PC: N = -V_A \cdot \frac{h}{s_2} - (P - H) \frac{l_2}{s_2}.$$

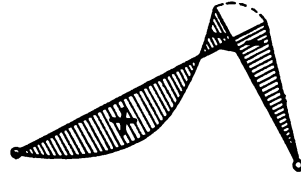
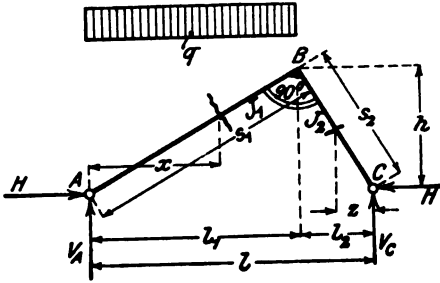
IX. Shedrahmen

mit Fußgelenken.

9 Fälle.

Shedrahmen mit Fußgelenken.

Senkrechte, gleichmäßig verteilte Belastung des längeren Schenkels.



$$V_A = \frac{q l_1}{2 l} (l + l_2)$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{l_1}{h}$$

$$V_C = \frac{q l_1^2}{2 l}$$

$$H = \frac{q l_1^2}{8 l h} \cdot \frac{4 l_2 + (l + 4 l_2) k}{1 + k}.$$

Momente:

$$\text{für } AB: \quad M_x = V_A x - H \cdot \frac{h x}{l_1} - \frac{q x^2}{2}$$

$$M_B = M_C l_2 - H h$$

$$\text{„ } BC: \quad M_s = V_C s - H \cdot \frac{h s}{l_2}.$$

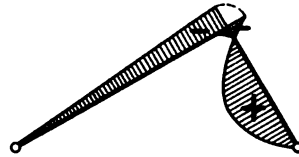
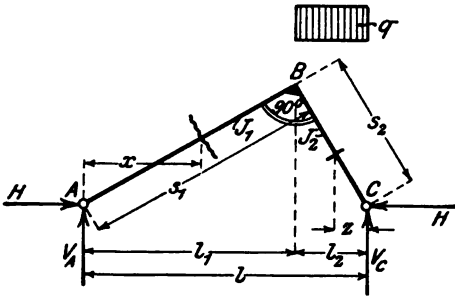
Normalkräfte:

$$\text{für } AB: \quad N_x = (V_A - q x) \frac{h}{s_1} + H \cdot \frac{l_1}{s_1}$$

$$\text{„ } BC: \quad N = V_C \cdot \frac{h}{s_2} + H \cdot \frac{l_2}{s_2}.$$

Shedrahmen mit Fußgelenken.

Senkrechte, gleichmäßig verteilte Belastung des kürzeren Schenkels.



$$V_A = \frac{q l_2}{2 l}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{l_1}{h}$$

$$V_C = \frac{q l_2}{2 l} (l + l_1)$$

$$H = \frac{q l_2^2}{8 l h} \cdot \frac{4 l_1 + l + 4 l_1 k}{1 + k}.$$

Momente:

$$\text{für } AB: \quad M_x = V_A x - H \cdot \frac{h x}{l_1}$$

$$M_B = V_A l_1 - H h$$

$$,, \quad BC: \quad M_z = V_C z - H \cdot \frac{h z}{l_2} - \frac{q z^2}{2}.$$

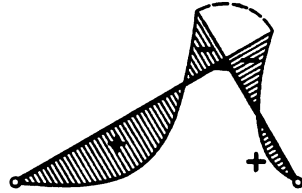
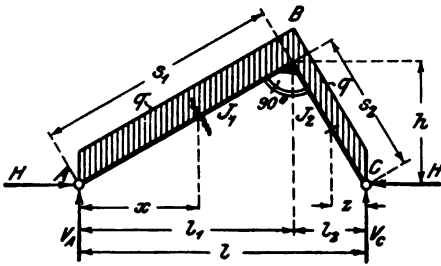
Normalkräfte:

$$\text{für } AB: \quad N = V_A \cdot \frac{h}{s_1} + H \cdot \frac{l_1}{s_1}$$

$$,, \quad BC: \quad N_z = (V_C - q z) \frac{h}{s_2} + H \cdot \frac{l_2}{s_2}.$$

Shedrahmen mit Fußgelenken.

Senkrechte, gleichmäßig verteilte Belastung beider Schenkel.



$$V_A = V_C = \frac{q l}{2}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{l_1}{h}$$

$$H = \frac{q}{8h} \cdot \frac{l_2(4l_1 + l_2) + (l_1 + 4l_2)l_1 k}{1 + k}.$$

Momente:

$$\text{für } AB: \quad M_x = \frac{q x (l - x)}{2} - H \cdot \frac{h x}{l_1}$$

$$M_B = \frac{q l_1 l_2}{2} - H h$$

$$\text{„ } BC: \quad M_z = \frac{q z (l - z)}{2} - H \cdot \frac{h z}{l_2}.$$

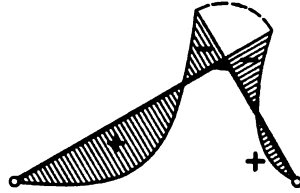
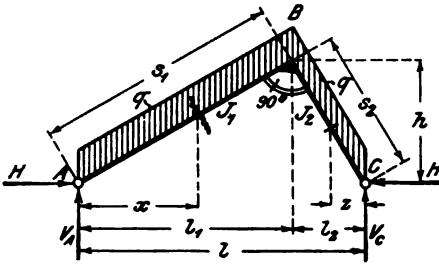
Normalkräfte:

$$\text{für } AB: \quad N_x = (V_A - q x) \frac{h}{s_1} + H \cdot \frac{l_1}{s_1}$$

$$\text{„ } BC: \quad N_z = (V_C - q z) \frac{h}{s_2} + H \cdot \frac{l_2}{s_2}.$$

Shedrahmen mit Fußgelenken.

Senkrechte, gleichmäßig verteilte Belastung beider Schenkel.



$$V_A = V_C = \frac{q l}{2}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{l_1}{h}$$

$$H = \frac{q}{8h} \cdot \frac{l_2(4l_1 + l_2) + (l_1 + 4l_2)l_1 k}{1 + k}.$$

Momente:

$$\text{für } AB: \quad M_x = \frac{q x (l - x)}{2} - H \cdot \frac{h x}{l_1}$$

$$M_B = \frac{q l_1 l_2}{2} - H h$$

$$\text{„ } BC: \quad M_s = \frac{q z (l - z)}{2} - H \cdot \frac{h z}{l_2}.$$

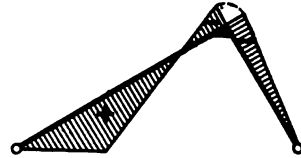
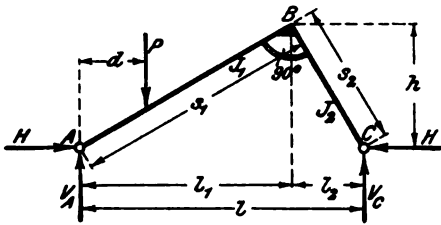
Normalkräfte:

$$\text{für } AB: \quad N_x = (V_A - q x) \frac{h}{s_1} + H \cdot \frac{l_1}{s_1}$$

$$\text{„ } BC: \quad N_s = (V_C - q z) \frac{h}{s_2} + H \cdot \frac{l_2}{s_2}.$$

Shedrahmen mit Fußgelenken.

Senkrechte Einzellast an beliebiger Stelle des längeren Schenkels.



$$V_A = P \cdot \frac{l - d}{l}$$

$$V_C = P \cdot \frac{d}{l}$$

$$H = \frac{P d}{2 l h} \cdot \frac{2 l_2 + (3 l - l d^2 - 2 l_1) k}{1 + k}.$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{l_1}{h}$$

$$\delta = \frac{d}{l_1}$$

Momente:

$$M_P = V_A d - H \cdot \frac{h d}{l_1}$$

$$M_B = V_C l_2 - H h.$$

Normalkräfte:

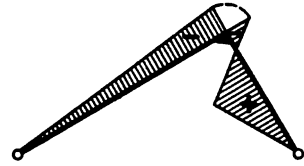
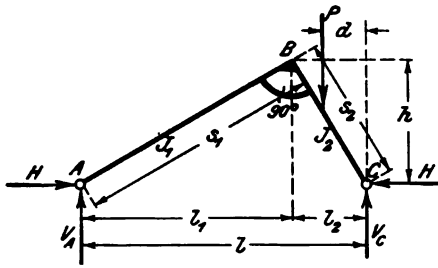
$$\text{für } AP: \quad N = V_A \cdot \frac{h}{s_1} + H \cdot \frac{l_1}{s_1}$$

$$,, \quad PB: \quad N = (V_A - P) \frac{h}{s_1} + H \cdot \frac{l_1}{s_1}$$

$$,, \quad BC: \quad N = V_C \cdot \frac{h}{s_2} + H \cdot \frac{l_2}{s_2}.$$

Shedrahmen mit Fußgelenken.

Senkrechte Einzellast an beliebiger Stelle des kürzeren Schenkels.



$$V_A = P \cdot \frac{d}{l}$$

$$V_C = P \cdot \frac{l-d}{l}$$

$$H = \frac{P d}{2 l h} \cdot \frac{3 l - l d^2 - 2 l_2 + 2 l_1 k}{1 + k}.$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{l_1}{h}$$

$$\delta = \frac{d}{l_2}$$

Momente:

$$M_B = V_A l_1 - H h$$

$$M_P = V_C d - H \cdot \frac{h d}{l_2}.$$

Normalkräfte:

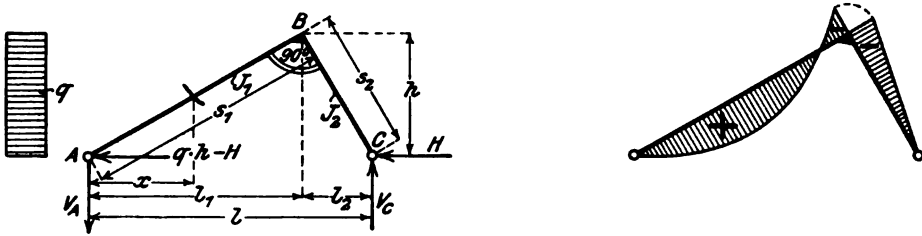
$$\text{für } AB: \quad N = V_A \cdot \frac{h}{s_1} + H \cdot \frac{l_1}{s_1}$$

$$,, \quad BP: \quad N = (V_C - P) \frac{h}{s_2} + H \cdot \frac{l_2}{s_2}$$

$$,, \quad PC: \quad N = V_C \cdot \frac{h}{s_2} + H \cdot \frac{l_2}{s_2}.$$

Shedrahmen mit Fußgelenken.

Wagerechte, gleichmäßig verteilte Belastung des längeren Schenkels.



$$V_A = V_C = \frac{q h^2}{2 l}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{l_1}{h}$$

$$H = \frac{q h}{8 l} \cdot \frac{4 l_2 + (l_1 + 5 l_2) k}{1 + k}.$$

Momente:

$$\text{für } AB: \quad M_x = (q h - H) \frac{h x}{l_1} - V_A x - \frac{q h^2 x^2}{2 l_1^2}$$

$$M_B = V_A l_1 - H h.$$

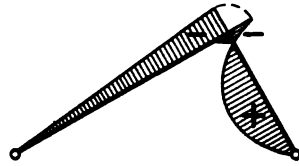
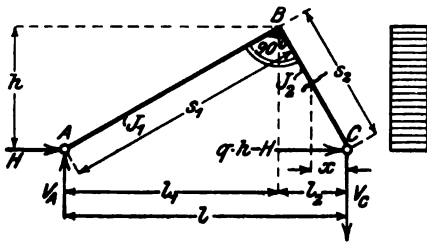
Normalkräfte:

$$\text{für } AB: \quad N_x = -V_A \cdot \frac{h}{s_1} - \left(q h - H - \frac{q h x}{l_1} \right) \frac{l_1}{s_1}$$

$$\text{„ } BC: \quad N = V_A \cdot \frac{h}{s_2} + H \cdot \frac{l_2}{s_2}.$$

Shedrahmen mit Fußgelenken.

Wagerechte, gleichmäßig verteilte Belastung des kürzeren Schenkels.



$$V_A = V_C = \frac{q h^2}{2 l}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{l_1}{h}$$

$$H = \frac{q h}{8 l} \cdot \frac{5 l_1 + l_2 + 4 l_1 k}{1 + k}.$$

Momente:

$$M_B = V_A l_1 - H h$$

$$\text{für } BC: \quad M_x = (q h - H) \frac{h x}{l_2} - V_A x - \frac{q h^2 x^2}{2 l_2^2}.$$

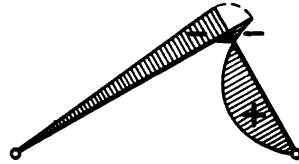
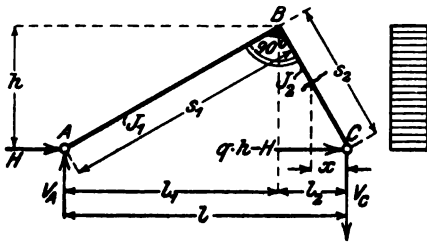
Normalkräfte:

$$\text{für } AB: \quad N = V_A \cdot \frac{h}{s_1} + H \cdot \frac{l_1}{s_1}$$

$$\text{„ } BC: \quad N_x = -V_A \cdot \frac{h}{s_2} - \left(q h - H - \frac{q h x}{l_2} \right) \frac{l_2}{s_2}.$$

Shedrahmen mit Fußgelenken.

Wagerechte, gleichmäßig verteilte Belastung des kürzeren Schenkels.



$$V_A = V_C = \frac{q h^2}{2 l}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{l_1}{h}$$

$$H = \frac{q h}{8 l} \cdot \frac{5 l_1 + l_2 + 4 l_1 k}{1 + k}.$$

Momente:

$$M_B = V_A l_1 - H h$$

$$\text{für } BC: \quad M_x = (q h - H) \frac{h x}{l_2} - V_A x - \frac{q h^2 x^2}{2 l_2^2}.$$

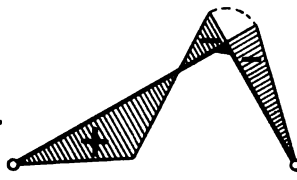
Normalkräfte:

$$\text{für } AB: \quad N = V_A \cdot \frac{h}{s_1} + H \cdot \frac{l_1}{s_1}$$

$$\text{„ } BC: \quad N_x = -V_A \cdot \frac{h}{s_2} - \left(q h - H - \frac{q h x}{l_2} \right) \frac{l_2}{s_2}.$$

Shedrahmen mit Fußgelenken.

Wagerechte Einzellast an beliebiger Stelle des längeren Schenkels.



$$V_A = V_C = P \cdot \frac{r}{l}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{l_1}{h}; \quad \delta = \frac{r}{h}$$

$$H = \frac{P\delta}{2l} \cdot \frac{2l_2 + (l + 2l_2 - l\delta^2)k}{1+k}.$$

Momente:

$$M_P = (P - H)r - V_A l_1 \delta$$

$$M_B = V_A l_2 - H h.$$

Normalkräfte:

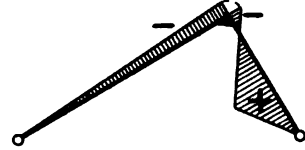
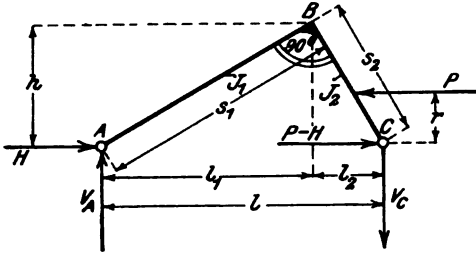
für AP : $N = -V_A \cdot \frac{h}{s_1} - (P - H) \frac{l_1}{s_1}$

„ PB: $N = -V_A \cdot \frac{h}{s_1} + H \cdot \frac{l_1}{s_1}$

$$BC: \quad N = V_A \cdot \frac{h}{s_2} + H \cdot \frac{l_2}{s_2}.$$

Shedrahmen mit Fußgelenken.

Wagerechte Einzellast an beliebiger Stelle des kürzeren Schenkels.



$$V_A = V_C = P \cdot \frac{r}{l}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{l_1}{h}$$

$$H = \frac{P\delta}{2l} \cdot \frac{l + 2l_1 - l\delta^2 + 2l_1k}{1 + k}$$

$$\delta = \frac{r}{h}$$

Momente:

$$M_B = V_A l_1 - H h$$

$$M_P = (P - H) r - V_C l_2 \delta.$$

Normalkräfte:

$$\text{für } AB: N = V_A \cdot \frac{h}{s_1} + H \cdot \frac{l_1}{s_1}$$

$$,, \quad BP: N = -V_A \cdot \frac{h}{s_2} + H \cdot \frac{l_2}{s_2}$$

$$,, \quad PC: N = -V_A \cdot \frac{h}{s_2} - (P - H) \frac{l_2}{s_2}.$$

X.

Geschlossene Rechteckrahmen

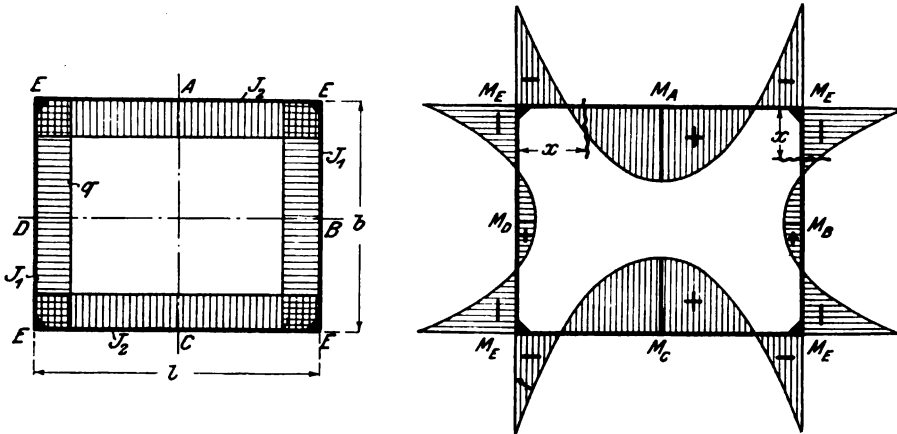
mit gleichmäßig verteilter Innenbelastung.

(Für Behälter, Silos u. dgl.)

4 Fälle.

Geschlossene Rechteckrahmen mit gleichmäßig verteilter Innenbelastung.

Einfacher Rechteckrahmen ohne Zugband.



$$M_E = -\frac{q}{12} \cdot \frac{l^2 + b^2 k}{1 + k}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{b}{l}$$

$$M_A = M_C = \frac{q l^2}{8} + M_E$$

$$M_B = M_D = \frac{q b^2}{8} + M_E$$

Moment an einer beliebigen Stelle der Strecken AE bzw. CE im Abstand x von E :

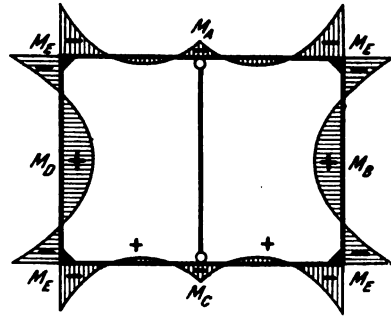
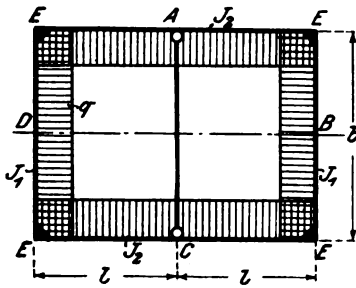
$$M_x = \frac{q x}{2} (l - x) + M_E$$

Moment an einer beliebigen Stelle der Strecken BE bzw. DE im Abstand x von E :

$$M_x = \frac{q x}{2} (b - x) + M_E$$

Geschlossene Rechteckrahmen mit gleichmäßig verteilter Innenbelastung.

Rechteckrahmen mit gelenkig angeordnetem Zugband in der Mitte einer Seite.



Zugkraft im Zugband AC:

$$Z = \frac{q}{2l} \cdot \frac{2l^2 + (5l^2 - b^2)k}{1 + 2k}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{b}{l}$$

Momente:

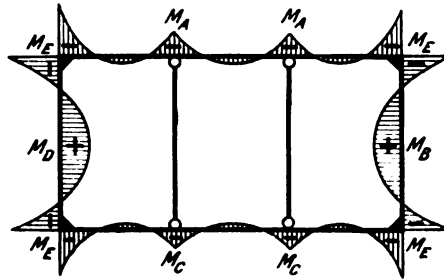
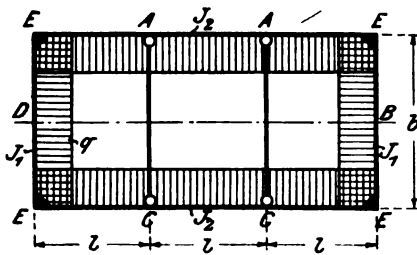
$$M_E = -\frac{q}{12} \cdot \frac{l^2 + 2b^2k}{1 + 2k}$$

$$M_A = M_C = -\frac{q}{12} \cdot \frac{l^2 + (3l^2 - b^2)k}{1 + 2k}$$

$$M_B = M_D = \frac{qb^2}{8} + M_E$$

Geschlossener Rechteckrahmen mit gleichmäßig verteilter Innenbelastung.

Rechteckrahmen mit zwei gelenkig angeordneten Zugbändern in den Drittelpunkten einer Seite.



Zugkraft in den Zugbändern AC:

$$Z = \frac{q}{2l} \cdot \frac{6l^2 + (11l^2 - b^2)k}{3 + 5k}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{l}{b}$$

Momente:

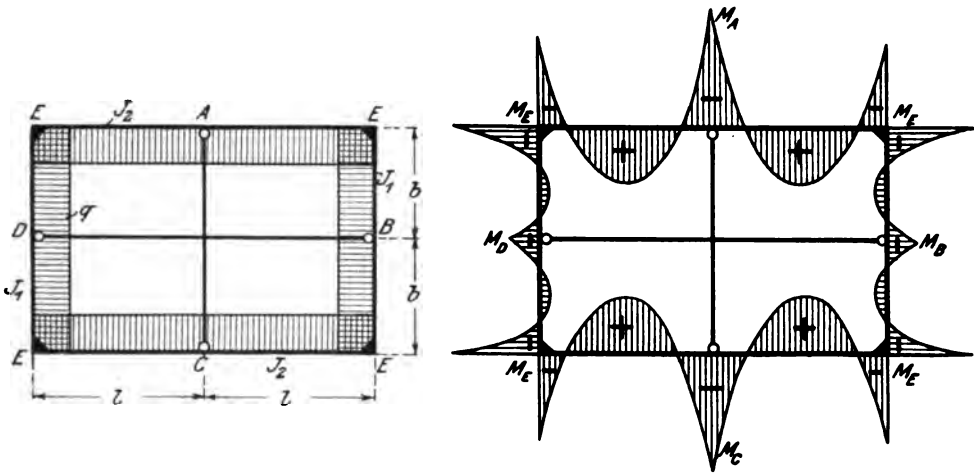
$$M_E = \frac{q}{12} \cdot \frac{3l^2 + 5b^2k}{3 + 5k}$$

$$M_A = M_C = \frac{q}{12} \cdot \frac{3l^2 + (6l^2 - b^2)k}{3 + 5k}$$

$$M_B = M_D = \frac{qb^2}{8} + M_E.$$

Geschlossener Rechteckrahmen mit gleichmäßig verteilter Innenbelastung.

Rechteckrahmen mit zwei kreuzweise, gelenkig angeordneten Zugbändern je in der Mitte der Rahmenseiten.



Zugkraft im Zugband AC :

$$Z_1 = \frac{q}{4l} \cdot \frac{l(4l + 5b) - b^2 k}{1 + k}$$

$$k = \frac{J_2}{J_1} \cdot \frac{b}{l}$$

Zugkraft im Zugband BD :

$$Z_2 = \frac{q}{4b} \cdot \frac{5b^2 - l^2 + 4l^2 k}{1 + k}$$

Momente:

$$M_E = -\frac{q}{12} \cdot \frac{l^2 + b^2 k}{1 + k}$$

$$M_A = M_C = -\frac{q}{24} \cdot \frac{l(2l + 3b) - b^2 k}{1 + k}$$

$$M_B = M_D = -\frac{q}{24} \cdot \frac{3b^2 - l^2 + 2b^2 k}{1 + k}$$

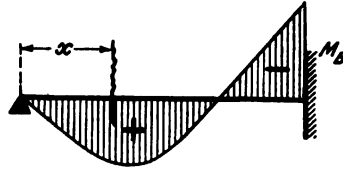
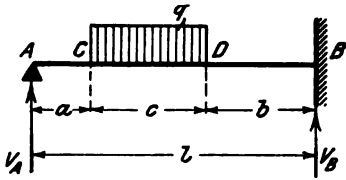
XI. Anhang.

Einige Fälle teilweise und vollständig eingespannter Träger mit Sonderbelastungen.

a. Einerseits frei aufliegende, anderseits eingespannte Träger.

12 Fälle.

Gleichmäßig verteilte Streckenlast von beliebiger Länge.



$$V_A = \frac{q}{8l^3} \{ (a+c)^4 - a^4 + 2l^2 c [l + 3(b-a)] \}$$

$$V_B = qc - V_A.$$

Momente:

$$M_C = + V_A a.$$

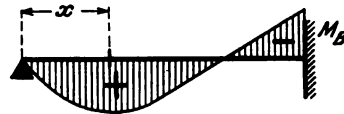
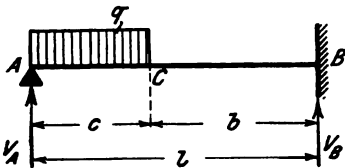
Moment an einer beliebigen Stelle der Strecke CD im Abstand x von A:

$$M_x = + V_A x - \frac{q}{2} (x-a)^2$$

$$M_D = + V_A (a+c) - \frac{qc^2}{2}$$

$$M_B = + V_A l - \frac{qc}{2} (2b+c) = -\frac{q}{8l^2} [a^4 - (a+c)^4 + 2l^2 c (2a+c)].$$

Gleichmäßig verteilte Streckenlast am freien Auflager.



$$V_A = \frac{qc}{8l^3} [c^3 + 2l^2(l+3b)]$$

$$V_B = qc - V_A.$$

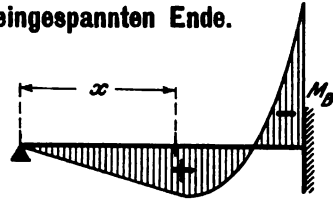
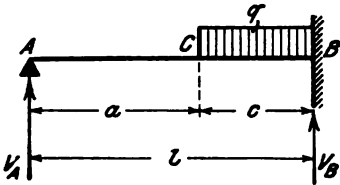
Moment an einer beliebigen Stelle der Strecke AC im Abstand x von A:

$$M_x = + V_A x - \frac{qx^2}{2}$$

$$M_C = + V_A c - \frac{qc^2}{2} = \frac{qc^3}{8l^3} [c^3 + 2l^2(3b-l)]$$

$$M_B = -\frac{qc^2}{8l^2} (2l^2 - c^2).$$

Gleichmäßig verteilte Streckenlast am eingespannten Ende.



$$V_A = \frac{q c^2}{8 l^2} (4 a + 3 c)$$

$$V_B = q c - V_A.$$

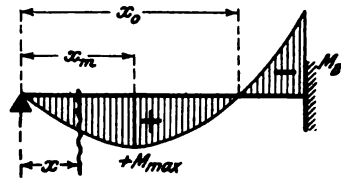
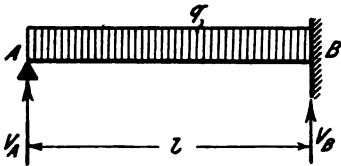
Momente: $M_C = + V_A a.$

Moment an einer beliebigen Stelle der Strecke CB im Abstand x von A:

$$M_x = + V_A x - \frac{q}{2} (x - a)^2$$

$$M_B = - \frac{q c^2}{8 l^2} (4 a l + c^2).$$

Gleichmäßig verteilte Belastung auf die ganze Länge.



$$V_A = \frac{3}{8} q l$$

$$V_B = \frac{5}{8} q l.$$

Moment an einer beliebigen Stelle im Abstand x von A:

$$M_x = \frac{q x}{8} (3 l - 4 x).$$

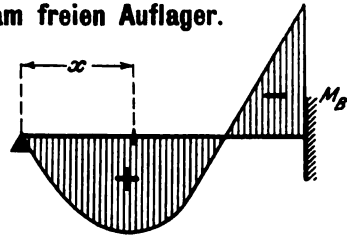
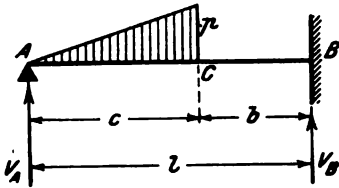
Maximalmoment: für $x_m = \frac{3}{8} l$

$$+ M_{\max} = + \frac{9}{128} q l^2.$$

Momentennullpunkt: für $x_o = \frac{3}{4} l$

$$M_B = - \frac{q l^2}{8}.$$

Teilweise Dreiecklast mit Minimum am freien Auflager.



$$V_A = \frac{p c}{10 l^3} (c^3 + 5 l^2 b)$$

$$V_B = \frac{p c^2}{10 l^3} (5 l^2 - c^2).$$

Moment an einer beliebigen Stelle der Strecke AC im Abstand x von A:

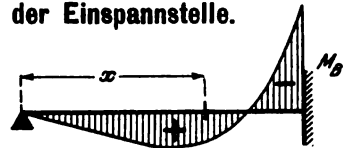
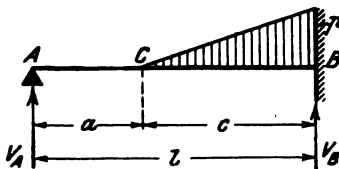
$$M_x = + V_A x - \frac{p x^3}{6 c}$$

$$M_C = \frac{p c^2}{30 l^3} (10 l^3 - 15 l^2 c + 3 c^3)$$

$$M_B = - \frac{p c^3}{30 l^3} (5 l^2 - 3 c^2).$$

Maximalmoment: für $x_m = \frac{c}{l} \sqrt{\frac{c^3}{5 l} + l b}$.

Teilweise Dreiecklast mit Maximum an der Einspannstelle.



$$V_A = \frac{p c^3}{40 l^3} (5 l - c)$$

$$V_B = \frac{p c}{2} - V_A.$$

Momente: $M_C = + V_A a$.

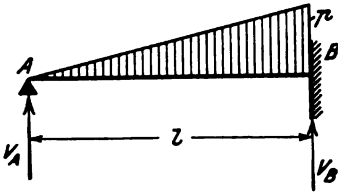
Moment an einer beliebigen Stelle der Strecke CB im Abstand x von A:

$$M_x = + V_A x - \frac{p (x - a)^3}{6 c}$$

$$M_B = - \frac{p c^2}{120 l^2} (8 l^2 + 9 l a + 3 a^2).$$

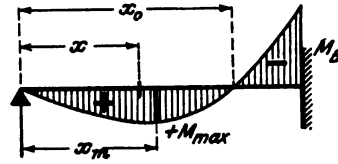
Maximalmoment: für $x_m = a + \frac{c^2}{2 l} \sqrt{1 - \frac{c}{5 l}}$.

Dreieckbelastung des ganzen Trägers mit Maximum an der Einspannstelle.



$$V_A = \frac{p l}{10}$$

$$V_B = \frac{2 p l}{5}.$$



Moment an einer beliebigen Stelle der Strecke AB im Abstand x von A:

$$M_x = + \frac{p l x}{10} - \frac{p x^3}{6 l}.$$

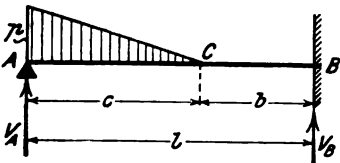
Maximalmoment: für $x_m = \frac{l}{\sqrt{5}} = \sim 0,447 l$

$$+ M_{\max} = + \frac{p l^2}{15 \sqrt{5}} = \sim \frac{p l^2}{33,5}.$$

Momentennullpunkt: für $x_0 = l \sqrt{0,6} = \sim 0,775 l$

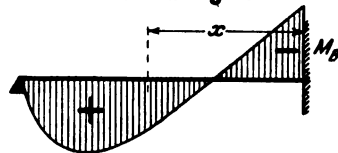
$$M_B = - \frac{p l^2}{15}.$$

Teilweise Dreieckbelastung mit Maximum am freien Auflager.



$$V_A = \frac{p}{40 c l^2} [l^4 (11 l - 15 b) + b^4 (5 l - b)]$$

$$V_B = \frac{p c}{2} - V_A.$$



Moment an einer beliebigen Stelle der Strecke AC im Abstand x von B:

$$M_x = V_B x + M_B - \frac{p (x - b)^3}{6 c}$$

$$M_C = V_A c - \frac{p c^2}{3}$$

$$M_B = V_A l - \frac{p c}{6} (3 b + 2 c)$$

$$= \frac{p}{40 c l^2} \left[l^4 (11 l - 15 b) + b^4 (5 l - b) - 20 c^2 l^2 \left(b + \frac{2 c}{3} \right) \right].$$

